Aus der WE 04 - Präventivmedizin - im Fachbereich 1
der Freien Universität Berlin

Geschäftsführender Direktor: Prof.Dr. K.-O. Habermehl

Untersuchungen zur kurzzeitigen Dekontamination von zahnärztlichen Luftturbinen anhand eines Virusmodells

Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Zahnarzt Klaus Redlich
aus Berlin

1977

Aus der WE 04 - Präventivmedizin - im Fachbereich 1
der Freien Universität Berlin

Geschäftsführender Direktor: Prof.Dr. K.-O. Habermehl

Untersuchungen zur kurzzeitigen Dekontamination von zahnärztlichen Luftturbinen anhand eines Virusmodells

Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Zahnarzt Klaus Redlich
aus Berlin

Referent: Prof.Dr.rer.nat. Dieter Hartmann

Korreferent: Prof.Dr.med.dent. Siegfried Wandelt

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 22.11.1977

Meinen Eltern gewidmet

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
Abkürzungen	6
A. EINLEITUNG	
1. Hygienische Probleme in der zahnärztlichen Praxis	7
1.1. Die zahnärztliche Luftturbine	8
2. Infektionsgefahr bei der zahnärztlichen Behandlung	9
3. Mikroorganismen in der Mundhöhle	11
3.1. Residente Flora (Tabellen)	14 - 18
3.2. Transiente Flora	12
4. Schwerpunkte der Infektionsgefahr für Patient, Zahnarzt und Personal	13
4.1. Gefährdung durch Bakterien	13
4.2. Gefährdung durch Viren	19
5. Die Virushepatitis und ihre Bedeutung für den Zahnarzt	20
5.1. Infektionsmöglichkeit	20
5.2. Die Rolle des Speichels bei der Übertragung der Virushepatitis	20
6. Spezielle Desinfektionsprobleme bei Turbinen	24
7. Überblick über bisher empfohlene Maßnahmen zur Desinfektion zahnärztlicher Luftturbinen	26
B. ZIEL DER EIGENEN UNTERSUCHUNGEN	28

Seite

C. MATERIAL UND METHODIK

1. Ursprung und Haltung der Gewebekultur 30
   1.1. Herstellung des Kulturmediums 30
   1.2. Herstellung einer Trypsin-AeDTA-Lösung 31
2. Sterilitätskontrollen 32
3. Bestimmung des Virusgehaltes einer Lösung mittels Plaquetitration 32
   3.1. Aufarbeitung der Virusverdünnungen 33
4. Der Suspensionsversuch 34
   4.1. Ausschaltung zellschädigender Nachwirkung von Desinfektionslösungen 34
   4.2. Herstellung einer 5 %igen Histidin-Lösung 35
5. Untersuchung der Wirkung von UV-Strahlung auf Polio-Viren 35
6. Der Keimträgerversuch 35
   6.1. Inaktivierung durch UV-Bestrahlung 36
   6.2. Inaktivierung mit Glutaraldehyd 37
7. Züchtung von Polio-Viren 37

D. EIGENE VERSUCHSERGEBNISSE

1. Inaktivierungsversuche mit Natrium- und Kaliumverbindungen 39
   1.1. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von H_2O_2 39
   1.2. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von Isopropylalkohol 39
   1.3. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von Desinfektionsmitteln in Sprayform 40

Seite

1.4. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von Formaldehyd 40
1.5. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von Glutaraldehyd 42
1.6. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von ultraviolettem Licht 43
2. Keimträgerversuche 47
2.1. Vorversuche 47
2.2. Keimträgerversuche mit ultraviolettem Licht 47
2.3. Keimträgerversuche mit Glutaraldehyd 50
3. Statistische Auswertung 52

E. DISKUSSION

1. Allgemeine Ausführungen 54
1.1. Die Keimquellen der zahnärztlichen Turbinen 56
2. Die Suspensionsversuche mit Polio-Viren 57
2.1. Versuche mit Oxidationsmitteln 58
2.2. Versuche mit Alkohol 59
2.3. Desinfektionsmittel in Sprayform 60
2.4. Versuche mit Formaldehyd 60
3. Keimträgerversuche 62
3.1. Keimträgerversuche mit ultraviolettem Licht 62
3.1.1. Der Einfluß der Oberflächenstruktur der Turbinen 65
3.2. Keimträgerversuche mit Glutaraldehyd 66
4. Schlußfolgerungen 68

F. ZUSAMMENFASSUNG 73

G. LITERATURVERZEICHNIS 75

Abkürzungen

MEM = minimal essential medium

PBS = phosphatgepufferte Kochsalzlösung

PFU = plaque forming unit

HB_s - Ag = Hepatitis B (surface)-Antigen auch bekannt als Australia - Antigen

AeDTA = Äthylendiamintetraessigsäure

HBV = Hepatitis B-Virus

CPE = zytopathogener Effekt

FG = friction grip

A. Einleitung

1. Hygienische Probleme in der zahnärztlichen Praxis

Die Hygiene in der zahnärztlichen Praxis stellt noch immer ein Problem dar, daß durch die Einführung neuer technischer Hilfsmittel zusätzlich kompliziert wird. Die Ursachen hierfür liegen in den vielfältigen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen am Patienten sowie in der Verwendung unterschiedlichster Materialien. Auf einige Faktoren, die hygienische Maßnahmen erschweren, sei hingewiesen:

- Behandlung hoher Patientenzahlen auf ein oder zwei (selten mehreren) Behandlungsgeräten,
- vielfältiges und empfindliches Instrumentarium, das in mehr oder weniger funktionsgerechten Schränken aufbewahrt wird,
- während der Behandlung wiederholtes Anfassen von Schubladengriffen, Schaltknöpfen und der Arbeitsleuchte mit speichelbenetzten Fingern (14),
- ungenügende Desinfektion von gläsernen Spülbechern, sofern nicht Einwegartikel benutzt werden,
- mangelnde Desinfektion von Sprayansätzen, Hand-, Winkelstücken und Turbinen (32).

Die zunehmende Technisierung der Arbeitsgänge, z.B. in Form hoch- und höchsttouriger Schleifgeräte mit Spraymatic, fördert die Keimverbreitung durch Aerosolbildung in den Arbeitsräumen (54,30,87,2,80).

1.1. Die zahnärztliche Luftturbine

1958 wurde von Borden, USA, die Luftturbine entwickelt, die den Wunsch nach einer effektiveren und schonenden Bearbeitung der Zahnhartsubstanzen durch eine wesentliche Steigerung der Drehzahlen erfüllte. Sie besteht aus einem luftgetriebenem Rotor im Kopf eines Winkelstücks, der bei Kugellagerung ça. 350 000 U/min und bei Luftlagerung ça. 450 000 U/min im Leerlauf erreicht. Da bei einem Schleifkörperdurchmesser von 1 mm schon eine Umfangsgeschwindigkeit von über 60 m/sek vorliegt, ist eine Kühlung an der Schleiffläche unerläßlich. Sie erfolgte anfangs mit Luft, dann mit ein- oder zwei Wasserstrahlen; heute wird die Luft-Wasser-Spraygemischkühlung als beste technische Lösung angesehen.

Die Vorstellung der Turbine auf der 14. Internationalen Dentalschau 1959 in Frankfurt veranlaßte eine Reihe von Autoren, sich in der darauffolgenden Zeit mit den Vor - und Nachteilen dieser Weiterentwicklung zu beschäftigen. Die unbestreitbare Arbeitserleichterung wurde positiv bewertet (u.a. 2, 57), doch wurde in zunehmendem Maße auf hygienische Schwierigkeiten hingewiesen:

- mangelnde Desinfizier- bzw. Sterilisierbarkeit (58),
- Gefahr der vermehrten Tröpfcheninfektion durch Spray- und Schleifpartikel (54,30,87),
- bakterielle Kontamination des Kühlwassers (3,17,33,4, 90,45),
- Probleme der Kühlung an der Schleiffläche (56,54,57)

Trotz dieser Tatsachen hat die Turbine seither eine weite Verbreitung gefunden und ist aus der modernen Zahnarztpraxis nicht mehr wegzudenken.

Da die Turbine bei fast jeder konservierenden und häufig bei prothetischer Behandlung mit der Mundschleimhaut oder dem Speichel in Berührung kommt und durch den Speichelaerosol massiv kontaminiert wird, muß vor dem erneuten Einsatz beim nachfolgenden Patienten eine gründliche Desinfektion oder in Einzelfällen eine Sterilisation erfolgen.

2. Infektionsgefahr bei der zahnärztlichen Behandlung

Die Gefahr der möglichen Übertragung von Keimen eines Patienten auf einen anderen über den Zahnarzt oder das zahnärztliche Hilfspersonal, sogenannte "cross contamination" (65), ergibt sich aus der Tatsache, daß die in der Mundhöhle anzutreffenden Keimzahlen sehr hoch sind. Sie liegen nach Angaben von Reploh und Otte bei ça. $20 - 40 \times 10^6$ Keimen / ml, Pilz et al. erwähnen sogar $10^8 - 10^9$ Keime / ml Speichel. Diese Zahlen sind Maximalwerte und resultieren aus Untersuchungen von gesunden, vollbezahnten, erwachsenen Probanden.
Nach Berger (5) kann der Zahnarzt als Glied folgender Infektionsketten wirken:

1. Patient - Zahnarzt - Patient
2. Außenwelt - Zahnarzt - Patient

Im ersten Fall überträgt der Zahnarzt die Mundkeime eines Patienten durch kontaminierte Hände und Instrumente oder bei Benutzung der Turbine durch Erzeugung eines Aerosols, d. h. einer Tröpfchenwolke, deren Partikel bis zu Stunden in der Luft schweben können und somit auch vom nachfolgenden Patienten eingeatmet werden (80).
Im Fall 2 werden Keime der Außenwelt durch Staub oder infizierte Hände des Hilfspersonals über die Instrumente auf den Patienten übertragen.

Engelhardt (25) weist auf zahlreiche Gegenstände im Behandlungsbereich hin, die als Überträger von pa - thogenen Keimen des einen Patienten auf den anderen fungieren können, da sie oder der entsprechende Auf - bewahrungsbehälter normalerweise nicht ausgetauscht werden.
Hierzu zählen z.B.: Prothesenschalen, Watterollen, Abdruckbecher und alle in herkömmlicher Art nicht desinfizierbaren bzw. sterilisierbaren Instrumente.
Er führt außerdem ein sehr weitgehendes Schema für Infektionswege in der Praxis an (modifiziert):

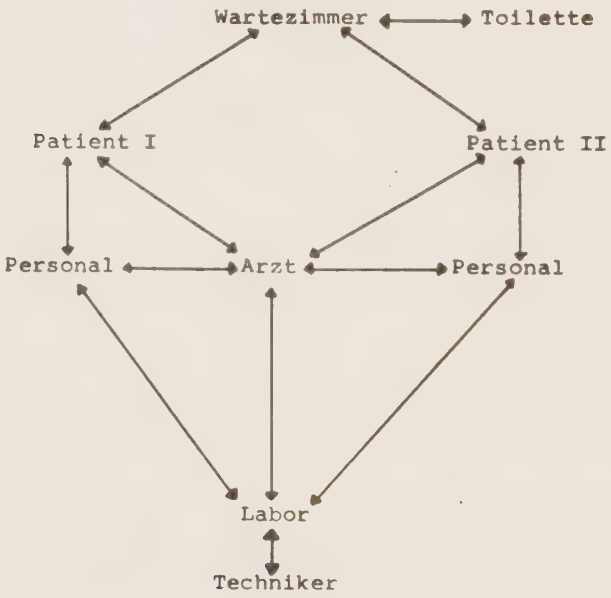

Abb. 1
Schema möglicher Infektions - und Kontaminations - wege in der zahnärztlichen Praxis

3. Mikroorganismen in der Mundhöhle

Die Mundhöhle ist die Körperhöhle, die die vielfältigste Mischflora von Bakterien, Viren, Protozoen und Pilzen beherbergt (6). Eine Gliederung läßt sich durch die Einteilung in Standort- und Durchgangsflora herstellen. Als Standort- oder residente Flora bezeichnet man die Keime, die regelmäßig und dauernd in der gesunden Mundhöhle vorgefunden werden. Sie ist in ihrer Zusammensetzung weitgehend konstant und tritt auch nach gründlicher mechanischer Reinigung wieder auf (Knothe, zit. bei 6). Die Durchgangs- oder transiente Flora ändert sich mit dem Auftreten bestimmter übertragbarer Krankheitserreger in der Bevölkerung. Da die Zusammensetzung der Standortflora in vielen Lehrbüchern und wissenschaftlichen Veröffentlichungen eingehend beschrieben ist, beschränke ich mich hier auf eine tabellarische Zusammenstellung (s. S. 14).

Die Keimzahlen im Speichel differieren bei den verschiedenen Individuen und sind tageszeitlichen Schwankungen unterworfen. Nach den Mahlzeiten findet man geringere Keimzahlen, da mit der Nahrungsaufnahme große Keimmengen verschluckt werden. Die höchsten Werte findet man morgens vor dem Frühstück, da sich die Mundflora während der Nacht kräftig vermehrt hat. Die niedrigsten Werte sind jeweils nach den Mahlzeiten zu registrieren. Sie können dann auf ein Viertel des Nüchternwertes reduziert sein, doch sind die Ausgangswerte nach 2-3 Stunden wieder erreicht (6).

3. 2. Transiente Flora

Alle in der Umgebung des Menschen vorkommenden Keime, soweit sie nicht obligat pathogen sind, können auch in der Mundhöhle gefunden werden. Man bezeichnet sie dann als transiente - oder Durchgangsflora. Eine tabellarische Übersicht ist hier aufgrund der großen Vielfalt der Arten nicht sinnvoll, es bleibt die Möglichkeit einer allgemeinen Beschreibung. Berger (6) unterscheidet hier drei Gruppen:

1. Arten der normalen Darm- und Genitalflora
2. freilebende Arten der Außenwelt
3. Pathogene Arten, die für die Dauer ihrer Besiedelung der Mundhöhle, z.B. beim Keimträger, keine pathologischen Veränderungen hervorrufen.

Zu 1.: Man findet in der Mundhöhle bisweilen Escherichia-Arten, wie E. coli und E. freundii, ferner Klebsiella, Aerobacter sowie Proteus, Pseudomonas aeruginosa und Clostridium perfringens.

Zu 2.: Als freilebende Arten der Außenwelt, die z.B. mit der Nahrungsaufnahme in die Mundhöhle gelangen können, sind vorzugsweise Sarzinen, Pseudomonaden, aerobe und anaerobe Sporenbildner, Nocardien und Schimmelpilze zu erwähnen.

Zu 3.: Pathogene Arten, wie sie z.B. bei Keimträgern gefunden werden, sind zu einem geringen Prozentsatz in der Bevölkerung anzutreffen; ihre Anwesenheit wird im Rahmen von Epidemien oder in der Umgebung von Erkrankten schnell zu einem ernsten Risiko. Es handelt sich um Keime, die dem Biotop Mundhöhle nicht völlig fremd sind, sondern die aufgrund ähnlicher biologischer Eigenschaften in der Lage sind, dort vorrübergehend Fuß zu fassen. Hierzu zählen Diphterie- und Influenza-

bakterien, Meningo-, Strepto- und Staphylokokken. Eine gewisse saisonbedingte Häufung liegt in den Wintermonaten beim Influenzavirus und im Spätsommer beim Polio - und Coxsackievirus (85, 35).

4. Schwerpunkte der Infektionsgefahr für Patient, Zahnarzt und Personal

4.1. Gefährdung durch Bakterien

Die Möglichkeit einer Infektion allein durch residente oder transiente Keime über kontaminierte Hände, Instrumente und Anlagen besteht in jedem Fall, da jede Mundhöhle ihr eigenes biologisches Gleichgewicht hat. In diesen Biotop sind auch pathogene Keime mit einbezogen, die normalerweise nicht störend in Erscheinung treten. Herrmann, zit. bei Berger (5), macht hierzu auf folgende Fakten aufmerksam:

Beim Vorliegen einer durch Entzündungszustände vermehrten, pathogenen Mundflora, wie z.B. bei umfangreichen Gingivitiden, Stomatitiden oder Parodontopathien, sind hauptsächlich Staphylokokken, E. coli, Proteus, Corynebakterien und Sporenbildner in großer Zahl anzutreffen. Liegt ein gehäufter Kariesbefall der Zähne vor, so findet man besonders Streptokokken der Viridansgruppe, Acidophilus-Bakterien und Hefen vermehrt.

Weiterhin ist das Problem der Keimträger seit langem bekannt (27). Theoretisch ist hier zwischen Dauerausscheidern, Rekonvaleszenten-Ausscheidern und Keimträgern zu trennen, praktisch bedeuten aber alle drei Gruppen eine erhöhte Gefährdung für die Praxis durch die Einschleppung von Problemkeimen. Nur selten erfährt ein Arzt v o r der Behandlung vom Patienten,

Tabelle Nr. 1: Residente Flora der Mundhöhle: Aerobier
Gesamtanzahl: ça 40 x 10^6 / ml Speichel

Gattung, Art	ça. Anzahl/ ml Speichel	Besondere Hinweise
Streptococcaceae Str. salivarius β - hämolytische z.B. Str. pyogenes	20 x 10^6 12 x 10^6	α - Hämolyse auf Schafagar, regelmäßig vorhanden bei ça. 1 % der Bevölkerung, besondere Häufung bei über 5jährigen Kindern; Scharlacher - reger, Angina
Neisseriaceae N. [illegible] N. flava	[illegible] ça 45 % ça 40 %	Im Normalfall als apathogen zu betrachten
[illegible] St[illegible]	[illegible]	Trägerquote normal ça 20 - 30 %, besondere Häufung bei Säuglingen (70 - 80 %) und beim Krankenpflegepersonal 50 - 100 % ! Erreger einer Form des infektiösen Hospitalismus
Corynebacteriaceae C. pseudodiphthericum		Vorkommen als Kommensale auf den Schleimhäuten, "Diphteroid"

Gattung, Art	ça Anzahl/ ml Speichel	Besondere Hinweise
Lactobacillaceae	38 x 10^3	an das Vorhandensein von Zähnen gebunden, Mit - wirkung bei der Kario- genese als Milchsäure- bildner
Actinomycetaceae Nocardia salivae		obligat aerob
Brucellaceae Haemophilus influenzae		Keine Hämolyse, Be - gleitkeim der echten Virusgrippe, lokali - siert auf den Schleim- häuten des Rachens;
haemolyticus		Hämolyse auf Schaf - blutagar

Tabelle Nr. 2: Residente Flora der Mundhöhle: Anaerobier
Gesamtanzahl: ça. 100 x 10^6, züchtungs - abhängig

Gattung, Art	ça Anzahl/ ml Speichel	Besondere Hinweise
Neisseriaceae Veillonella alcalescens	20 x 10^6	Auftreten bei Parodon - topathien, Abszessen; Mitwirkung bei der Kariogenese
Fusobacteriaceae F. nucleatum syn. Plaut - Vincenti	60 x 10^3	in Symbiose mit Borrelia vincenti, stark vermehrtes Auftreten bei Angina, Gingivitis, Stomatitis, Noma
Bacteroidaceae B. melaninogenicus		streng anaerob, Begleitkeim von A. israelii, bei mangelhafter Mundpflege zahlreich, macht hochgradige Eiweißzersetzung und Gestankbildung, Darmkeim;
Leptotrichia buccalis		Vorkommen im Zahnbelag
Actinomycetaceae A. israelii		fakultativ - pathogener Kommensale der natürlichen Standortflora, Begleitflora bei Infektionen, hochgradig verdächtig beim chronisch - rezidivierenden Abszess

Gattung, Art	ca. Anzahl/ ml Speichel	Besondere Hinweise
Treponemataceae Borrelia vincenti B. buccalis	geringer Prozentsatz	starke Vermehrung bei mangelhafter Mund - pflege und Entzündungen (Stom. ulc., An - gina Plaut - Vincent in Symbiose mit F. nucleatum)
Enterobacteriaceae Coliforme	ca 300	
Pilze C. albicans	ca 400	bei 60 - 70 % der Bevölkerung im Mund und Rachen nachweisbar, saisonbedingte Häufung im Sommer: + 15 - 20 %, Soor = Candidamykose
Amöben Entamoeba gingivalis		bei 50 % der Bevölkerung besonders im Zahnbelag, Morphologie ähnlich E. histolytica, keine Zystenbildung.
Trichomonaden Tr. tenax		harmlos, häufig bei starkem Kariesbefall und Parodontitiden
Mykoplasmetaceae		Keime, die infolge des Fehlens einer Zellwand sehr verschiedene Formen annehmen können; Erreger der Peripneumonie bei

Gattung, Art	ça Anzahl/ ml Speichel	Besondere Hinweise
Mykoplasma salivarium		Rindern, PPLO = pleuro - pneumonia - like orga - nisms = M. pharyngis, häufig apathogen

Tabelle Nr. 3: V I R E N

Herpes-Viren	weit verbreitete Viren, erkrankte Personen und Keimträger scheiden das Virus u.a. durch Tränen, Spei - chel und Urin aus ; Übertragung durch direkten Kontakt häufig;
H. simplex Typ 1	bei ça. 5 % der Bevölkerung nach- zuweisen; Primäre Manifestationen: u.a. Stomatitis aphthosa, Aphthoid Pospischill - Feyrter; empfäng - lichste Periode für Primarinfek- tion liegt bei Kindern von 4 Mo- naten bis 2 Jahren; Sekundäre Manifestationen: H. labialis, nasalis, faciei; mechanische (Winkelstücke) und psychische Traumen können her - petiforme Effloreszenzen auslö- sen; persistieren, rezidivieren.

Diese Tabellen wurden nach Unterlagen von Berger (6), Starke et al. (85) und Hallmann et al. (90) zusammen- gestellt.

daß dieser Ausscheider bzw. Träger eines Krankheits - erregers, z. B. von Staphylokokken, Typhus - oder Tu - berkuloseerregern, Viren der Virushepatits A oder B ist (82,27).

Wie hoch die Zahlen gesunder Keimträger liegen können, zeigen z. B. die folgenden Untersuchungen. Grün (32) fand 1967 bei einer Reihenuntersuchung von 1087 "ge - sunden" Schulkindern in 32 % der Fälle fakultativ pathogene Staphylokokken im Rachenraum. Zu einem ähn - lichen Prozentsatz kam Blaich bei ambulanten Patienten der Düsseldorfer Kieferklinik.
Hohenstein, zit. bei Berger (6), fand im Zahnbelag von Tb - Dauerausscheidern in 37,7 %, in kariösen Zähnen in 16 %, im Speichel in 13,5 % und interdental in 12,6 % aller Fälle Mykobakterien.

4.2. Gefährdung durch Viren

Über die Bedeutung der Mundhöhle im Zusammenhang mit Virusinfektionen wird wenig berichtet. Sicher ist, daß Mundhöhle und Nasen - Rachenraum für zahlreiche men - schenpathogene Viren als Eintrittsstelle oder Wirkungs - ort dienen (87,85). Hierzu zählen besonders Adeno -, ECHO -, Rhino -, Influenza -, Reo -, Paramyxo - und Hepatitisviren. Virusinfektionen besitzen erhebliche volkswirtschaftliche Bedeutung, da sie therapeutisch schwer oder überhaupt nicht beeinflußbar sind (85).

5. Die Virushepatitis und ihre Bedeutung für den Zahnarzt

Für den Zahnarzt ist die Virushepatitis von besonderer Bedeutung. Sie gilt als die einzige Viruserkrankung, die in "direkter Verbindung mit der Zahnbehandlung steht". Bereits 1953 hat das Expertenkomitee der Weltgesundheitsbehörde (WHO) diese alarmierende Feststellung getroffen (24). Bisher waren allgemein zwei Hauptformen der Hepatitis bekannt, nämlich die epidemische (Typ A) und die hämatogene (Typ B) oder Serumhepatitis. Eine dritte Form (Typ C oder non A - non B) wurde von Prince (USA) 1971 entdeckt. Die Haupteigenschaften von Hepatitis A und B sind in einem Schema zusammengefaßt.
In dem Merkblatt Nr. 21 (1973) des Bundesgesundheitsamtes heißt es: "Der Anteil der Hepatitis mit langer Inkubationszeit an der Gesamtmorbidität ist höher, als früher angenommen wurde. Hierbei könnten u.a. die häufiger durchgeführten, diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen ... sowie Zahnbehandlungen eine Rolle spielen (19)".

5.1. Die Infektionsmöglichkeit mit Erregern der Hepatitis A über kontaminierte Instrumente ist aufgrund des nachgewiesenen Übertragungsweges leicht einzusehen (48).

5.2. Die Rolle des Speichels bei der Übertragung der Virushepatitis B

Bei der Übertragung der Hepatits B spielt besonders der Mundspeichel eine Rolle als antigenhaltiges Sekret. Ward et al. (89) konnten im Speichel von 51 % der untersuchten, erkrankten Patienten HB_s - Ag nachweisen. Villarejos et al. (88) beschreiben positive Speichelbefunde bei 76 % der an akuter und bei 86 % der an

Tabelle 4: Haupteigenschaften von Virushepatitis A und B

	A	B
Erreger	Virus, ähnlich Parvo- oder Enterovirus	Virus, Dane-Partikel mit HB_s-Ag, HB_c-Ag, und DNA- Polymerase
Erreger im Blut während		
Inkubation	ja	ja
Rekonvaleszenz	ja	ja
Übertragung	anal - oral	parenteral und anal - oral
über Nasen-Rachensekret	nachgewiesen	nachgewiesen
Auftreten	epidemisch	Einzelfälle; nach Gebrauch von nicht ausreichend sterilisierten Instrumenten; enger körperlicher Kontakt mit Virusträgern; Blutkonserven
Inkubationszeit	20 - 30 Tage (15 - 40)	50 - 90 Tage (30 - 240) max. Varianten
Verhütung oder Abschwächung durch menschliches Immunglobulin	ja	nur mit anti-HB_s-Serum
Australia - Antigen = HB_s - Ag	fehlt	vorhanden

Die Tabelle wurde nach Angaben von Hallmann et al. (35), Deinhardt (18) und (13) zusammengestellt.

chronischer Hepatitis B erkrankten Personen. Die Bedeutung dieser Befunde wird noch durch die Tatsache hervorgehoben, daß keiner der 120 Fäces und nur 3 der 130 Urinproben HB_s - Ag positiv war. Heathcote et al. (38) kommen in ihren Untersuchungen zu ähnlichen Ergebnissen. Brodersen et al. (10,11) berichten von 40 HB_s - Ag positiven Speichelproben bei 48 HB_s - Ag - Serumpositiven Patienten.

Wie ist nun ein positiver HB_s - Ag Befund im Speichel zu bewerten? Zur Zeit gibt es keine Untersuchungen, die die Unschädlichkeit des HB_s - Ag bestätigen. Daher ist davon auszugehen, daß HB_s - Ag - haltiger Speichel unter Umständen eine Hepatitis B - Erkrankung peroral verursachen könnte. Außerdem ist das gleichzeitige Vorliegen vereinzelter HB - Viren nicht auszuschließen. Heathcote (38) führt dazu aus: "Beim gegenwärtigen Stand der Erkenntnis bezüglich des Zusammenhangs von HB_s - Ag und klinischer Erkrankung wäre es nicht korrekt, den HB_s - Ag positiven Speichel eines Patienten obligat infektiös zu nennen." Sowohl Heathcote als auch Ward (89), Villarejos (88), Brodersen(10,11) und Müller (59) haben im Speichel häufig Spuren von Blut gefunden. Ward et al. konnten nachweisen, daß die Anwesenheit von Blutspuren nicht zwangsläufig einen positiven HB_s - Ag - Befund im Speichel bewirkt.

Alle der in diesem Zusammenhang zitierten Autoren sind sich aber darin einig, daß geringste Blutbeimischungen zum Speichel, eine Tatsache, mit der durch die hohe Verbreitung von Gingivitiden und Parodontopathien (über 90 % in der Bevölkerung) fest gerechnet werden muß, beim Vorliegen einer infektiösen Hepatitis als obligat infektiös anzusehen sind. Brázda (9) sieht eine HBV - kontaminierte Blut- oder Serummenge von 0,0001 ml als ausreichend für

eine Infektion an. Krugmann et al. (zit. bei 11) konnten nachweisen, daß HB_S - Ag-positives Serum, peroral appliziert, HB_S - Ag-positive Hepatitiden hervorzurufen vermag.

Hahn (34) weist in diesem Zusammenhang noch auf das Rekonvaleszenten-Problem hin:"Der Gang zum Zahnarzt wird auch oft in einer Rekonvaleszentenzeit unternommen, damit durch die Behandlung keine Arbeitszeit verlorengeht. Wer erfährt schon, ob diese Rekonvaleszentenzeit nicht einer abgeklungenen, infektiösen Hepatitis folgte? Wir aber wissen, daß die Hepatitisviren noch jahrelang infektionstüchtig im Blut kreisen können. Bei welcher Tätigkeit im Zahnarztstuhl kann es aber nicht zum Blutaustritt kommen - und sei es nur aus einer Rhagade am Mundwinkel bei der Mundöffnung zur Abdrucknahme oder zum Einpassen eines Kronenringes oder dem Anlegen einer Matrize, um nur ganz wenige Behandlungsphasen zu erwähnen."

Brodersen et al. (11) zeigen auf, daß die hohe Hepatitismorbidität der Zahnärzte durch beruflich bedingten Speichelkontakt miterklärt werden könnte. Auch Müller (64) weist auf eine erhöhte Erkrankungsquote bei Angehörigen der Heilberufe hin. Einfeldt (24) berichtet von der systematischen Erforschung der HB-Durchseuchung bei Zahnärzten in Dänemark. Eine daraus zitierte amerikanische Untersuchung spricht von einer neun - bis zehnmal häufigeren Erkrankungsquote bei Zahnärzten beiderlei Geschlechts in den USA. Als Ergebnis der dänischen Untersuchung konnte jedoch kein höherer Prozentsatz von Erkrankungen oder überstandenen subklinischen Verläufen als bei der übrigen Bevölkerung vorgefunden werden. Horch, zit. bei (24), stelltim Rahmen seiner Erhebungen in der Bundesrepublik fest, daß 12,53 % der tätigen Zahnärzte und 10,44 % der weiblichen Kolleginnen während der Berufs-

ausübung an einer Form der Virushepatitis erkrankten. Der Autor erklärt weiterhin, daß 78,91 % der Infektionen als berufsbedingt anzusehen sind und kommt zu dem Schluß, daß bei Beachtung der Forderungen für die Gesundheitspflege der Zahnärzte das berufsbedingte Hepatitisrisiko deutlich geringer wäre.

Berger (7) charakterisiert die derzeitige Situation folgendermaßen:" So wird wohl kein einziger Zahnarzt sein Gewissen mit einer Serumhepatitis belastet fühlen, obgleich als sicher gelten muß, daß derartige Fälle jedes Jahr zu Hunderten durch Zahnärzte ... verursacht werden(48,80). Die schlechte Prognose ... macht diese Infektion zu einer gefürchteten, wenngleich offenbar häufig unterschätzten Folge (zahn) ärztlicher Nachlässigkeit. Vielleicht kann man der Serumhepatitis mehr Respekt verschaffen, wenn man darauf hinweist, daß auch der Zahnarzt selbst der Gefahr einer Infektion in erhöhtem Maße ausgesetzt [illegible]."

6. Spezielle Desinfektionsprobleme bei Turbinen

Der derzeitige Zustand der Sterilisation und besonders der Desinfektion zahnärztlicher Turbinen und Mikromotoransätze in der stomatologischen Praxis ist unbefriedigend (15, 73, 75). Die wesentliche Ursache liegt darin, daß die Instrumente in ihrem Aufbau kompliziert und empfindlich gegenüber herkömmlichen, thermischen Sterilisationsprozessen sind. In der "normalen" Zahnarztpraxis sind aus ökonomischen Gründen im allgemeinen nicht mehr als eine Turbine und 2 - 3 Hand-/ Winkelstücke / Mikromotoransätze pro Behandlungseinheit vorgesehen. Da diese bei fast jeder konservierenden, vielen prothetischen und chirurgischen Behand-

lungen mit der Mundschleimhaut in Berührung kommen oder mit Speichel massiv kontaminiert werden, ist eine Sterilisation oder gründliche Desinfektion vor dem erneuten Einsatz zu fordern (12).

Bei den heute üblichen Patientenzahlen pro Behandlungseinheit verbleibt für zwischenzeitliche Desinfektionsmaßnahmen wenig Zeit. Im Gegensatz zu normalen oder modernen Hand- und Winkelstücken kann die Turbine nicht einfach durch Aufstecken oder Abziehen vom Versorgungsschlauch getrennt und dekontaminiert werden. Sie wird mit einer Überwurfmutter angeschraubt, die eine Dichtung zur Trennung von Luft- und Wasserversorgung dabei zusammendrückt. Da sich jede Dichtung setzt, muß die Überwurfmutter nach ca. 5 Min. erneut nachgezogen werden, um eine Zerstörung des Rotors oder der Lager durch Eintritt von Wasserspray in den Luftkanal zu verhindern.

Sofern überhaupt eine Desinfektion der Turbine vorgenommen und ihr die entsprechende Mindestzeit und Sorgfalt eingeräumt wird, erfolgt diese Maßnahme bei angeschraubtem Aggregat.
Aus diesem Grund kommen bisher beschriebene Verfahren der Sterilisation für Schleifaggregate (7,8,15,22,27, 29,43,47,49,65,68,71,74) für die kurzzeitige Dekontamination entweder

a) aus Zeitgründen
b) aufgrund nicht erfüllbarer Vorbereitungsmaßnahmen wie teilweisem Zerlegen, Entfetten, mit destilliertem Wasser spülen,
c) aufgrund mangelnder Materialschonung oder
d) aufgrund aufwendiger Nachbehandlung (abschleudern)

nicht in Betracht.

Eine Sonderstellung nimmt hier ein unübliches Dekontaminationsverfahren ein, das nur bei getrenntem Schleifaggregat durchführbar ist. Reisch (73) benutzt Formaldehydgas aus einer 5 %igen Lösung und erreicht bei einer Einwirkungsdauer von mindestens 5 Minuten eine Keimabtötung aerober Bakterien von 99,7 % bei Einhaltung der Durchführungskriterien.

Für Turbinen wird zur Zeit das Sterilisieren mit einem nicht explosiven Äthylenoxid-CO_2-Gasgemisch als geeignete Methode angesehen. Diese Methode ist aufgrund neuerer, unterschiedlicher Sterilitätsprüfungskriterien nicht unumstritten (36,86,55).

7. Überblick über bisher empfohlene Maßnahmen Zur Desinfektion zahnärztlicher Luftturbinen

Die bisher beschriebenen Maßnahmen zur Desinfektion von Turbinen sind fast alle kombiniert mechanisch-chemische Oberflächenreinigungen. Zur Zeit werden die Instrumente - wenn überhaupt - vielfach mit Alkohol abgewischt. Entsprechende Hinweise finden sich bei KaVo (43) 1961, bei Larato (52) 1966, bei Lammers (50) 1970 und bei Abbott (1)1974 sogar im Hinblick auf die HBV - Inaktivierung! Zahlreiche Autoren sprechen sich gegen eine Instrumenten - Feindesinfektion mit Alkohol aus (41,21,40,4,81). Fuhr (29) und Reisch (73) konnten die Unzulänglichkeit der Alkoholdesinfektion nachweisen; Reisch machte gleichzeitig auf eine mögliche Selektivierung virulenter Keime und auf die Korrosion unverchromter Metallteile aufmerksam.

Seit einigen Jahren werden Desinfektionsmittelgemische in Sprayform benutzt, die diese hygienische Lücke

schließen sollen. Mehrere Autoren haben diese Mittel bereits auf ihre Anwendungsmöglichkeit hin untersucht. Sie stimmen darin überein, daß die Desinfektionskraft der Sprays dem Abreiben mit Alkohol überlegen ist (u.a. 75). Die bisherigen Wirksamkeitsprüfungen wurden allerdings nur an Bakterien vorgenommen.

Schon aus dem Jahr 1962 existiert eine ausführliche Arbeit von Hesselgren et al.(39) über 5 Desinfektionslösungen zur Behandlung von Hand -, Winkel - stück und Turbinenoberflächen. Für das beste Mittel wird eine minimale Einwirkungszeit von 30 Minuten als notwendig angesehen, und es wird auf große Wirkungsunterschiede hingewiesen.

Die Einschränkung der sogenannten "cross contamination" versuchen Neugeboren et al. mit Glutaraldehyd und Benzalkoniumchlorid in Kombination mit Äthylalkohol (66). Als besonders positiv ist hier die Ausweitung der Testkeime auf isolierbare Viren zu verzeichnen. Im Ergebnis erweist sich 2 %iger Glutaraldehyd für alle Testviren (Adenovirus Typ 12, Herpes simplex, Vaccinia, Influenza, Polio Typ 1, Coxsackie B - 1 und ECHO 6) als viruzid innerhalb von 10 Minuten.

Harnisch (37) erwähnt im Rahmen seiner Ausführungen zur Verbesserung der Hygiene im zahnärztlichen Sprechzimmer den Luzol-Spray, ein Präparat auf alkoholischer Basis mit phenolischen Zusätzen. Er verweist auf die mikrobiologische Prüfung durch die Hygieniker Möse, Lammers und Grün und schließt sich ihren Empfehlungen zur Raumluft -, Flächen - und Instrumentendesinfektion an. Bauer et al. (3) stellen sowohl Luzol als auch den schwedischen Santiro - Spray vor. In einer späteren Untersuchung (4) empfehlen die Autoren speziell den Santiro - und Derfla-Spray zur Oberflächendekontamination der zahnärztlichen Turbine.

Im gleichen Jahr (1967) beschreibt Fuhr (29) eigene Versuche mit Luzol, Santiro und Derfla.
Kimmel (45) stellt 1968 den neuen Incidin - Spray vor, bei dem er nach intensivem Ansprühen von Turbinen in 6 von 7 Fällen eine einwandfreie bakterielle Desinfektion erziehlt (14). Aus dem Jahr zuvor resultiert eine grundlegende Arbeit von Grün (31) über den unter anderem enthaltenen Wirkstoff Tributylzinnbenzoat (auch 69).

Der Sagromed - Spray (82) wird von Druskeit (21) zur Turbinendesinfektion empfohlen. 1971 geht Holtkamp (40) ausführlich auf die Wirksamkeit der Sprays Derfla und Sagromed gegenüber Bakterien ein. Die statistische Auswertung zeigt keinen signifikanten Unterschied nach 60 sek. Einwirkungszeit. Eine zusammenfassende Darstellung der Wirksamkeit beider Sprays mit ausführlicher Benutzungsanleitung für den Normalfall ist von ihm zusammen mit Pothmann 1972 veröffentlicht worden. Die Eignung zur Flächendesinfektion (außer Tb) geht auch aus dem Gutachten von Schmidt (77) hervor.

B. Ziel der eigenen Untersuchungen

Aus der vorangegangenen Darstellung können folgende Schlußfolgerungen gezogen werden: Die kurzzeitige Dekontamination der zahnärztlichen Turbine kann nur bei angeschraubtem Aggregat vollzogen werden. Das zur Zeit benutzte Verfahren der Spraydesinfektion ist bisher nur unter bakteriellen Gesichtspunkten geprüft worden. Für eine frequente Praxis liegen die zur sicheren Keimabtötung erforderlichen Mindestzeiten (77,66,39) teilweise noch zu hoch. Bei un-

sachgemäßer Applikation durch das zahnärztliche Hilfspersonal besteht neben der Gefahr der Verklebung von Lageroberflächen und Sprayöffnungen (40) das Problem der geringen Wirkung.

Ziel der eigenen Untersuchungen ist: Aufgrund der großen Bedeutung der Viren - speziell der Hepatitisviren - als Erreger langwieriger und bedrohlicher Krankheitsverläufe sind die zahnärztlichen Maßnahmen zur kurzzeitigen Dekontamination der Turbinen auf ihre Wirksamkeit gegenüber Viren zu überprüfen. Da die Hepatitiserreger in der Gewebekultur oder auf verfügbaren Versuchstieren nicht züchtbar sind, werden als Testkeime ähnlich resistente Enteroviren (Polio Typ I) benutzt. Es soll ein Desinfektionsverfahren entwickelt werden, das sich zum Einsatz in der Praxis eignet.

Es müßte folgende Bedingungen erfüllen:

a) Erfassung eines breiten Keimspektrums

b) vom Hilfspersonal einfach durchzuführen

c) geringer Zeitaufwand

d) keine Korrosion der zu desinfizierenden Materialien

e) Rentabilität

C. Material und Methodik

1. Ursprung und Haltung der Gewebekultur

Zu Nachweis und Zählung der für die Versuche verwen - deten Enteroviren in Form von Polio Typ I - LSc, 2 ab wurde der zytopathogene Effekt (CPE) der Viren bei H.Ep.2 - Zellen benutzt (16). Die H.Ep.2 - Zellen (human epidermoid cells) wurden 1952/53 von Fjelde (28) von einem an einem Larynx - Carcinom erkrankten Patienten gewonnen und seither in ständiger Kultur ge- halten. Die verwendeten Zellkulturen stammten aus der laufenden Züchtung des Instituts für Medizinische Mi - krobiologie.

1.1 Herstellung des Kulturmediums

Die Züchtung der Zellen erfolgte in Eagle's "minimal essential medium" (23) mit Glutaminsäure und nicht - essentiellen Aminosäuren (Grand Island Biological Comp., N.Y.) mit einem Zusatz von 10 % Hitze - inak - tiviertem Kälberserum (Bio - Cult, Glasgow). Die In - aktivierung erfolgte durch 30 minütiges Erhitzen in einem Wasserbad von 56° C. Zur Verhinderung bakterieller Verunreinigung bei der Versuchsdurchführung erhielt das Medium einen Zusatz von 0,12 g Kanamycinsulfat = 0,10 g Kanamycin - Base (Fa. Grünenthal) / Liter. Der pH - Wert des Mediums wurde nach Zusatz von 2,2 g/l Natrium- hydrogencarbonat mit 1 n Salzsäure auf 6,8 eingestellt. Anschließend wurde das Medium mit Membranfiltern (Poren- weite 0,2 µm, Sartorius Göttingen) sterilfiltriert. Die Lagerung erfolgte bei + 4° C.

Die Zellen wurden als Zellrasen (monolayer) in Roux - Flaschen oder kleinen Gewebekulturflaschen (10 x 4 x 4 cm) von ça. 40 cm^2 Grundfläche ohne zusätzliche Begasung gezüchtet. Für die Versuche wurden die Zellen in Kunststoffpetrischalen (Ø 5 cm Typ Nunclon Delta, Fa. Nunc, Dänemark) ausgesät und in 5 % CO_2 - haltiger Atmosphäre bei 36°C inkubiert. Für die Auszählung der Plaques war ein gleichmäßiger, homogener Zellrasen junger Kulturen entscheidend.

Alle 2 - 3 Tage wurden die Zellen je nach Wachstumsdichte entweder passagiert, oder es wurde ein Mediumwechsel vorgenommen. Bei der Passage erwies sich eine Verdünnung der Zellen auf 1 : 3 als vorteilhaft. Zur Aussaat oder Passage wurden die Zellen nach vorheriger Entfernung des Mediums durch 5 minütige Einwirkung von phosphatgepufferter Trypsin - AeDTA - Lösung bei 22° C von der Glaswand gelöst. Anschließend wurden sie in eisgekühlten Zentrifugengläsern 5 Minuten bei 2 000 U / min. zentrifugiert, in Medium resuspendiert, erneut ausgesät und im Brutschrank bei + 36° C inkubiert.

1.2. Herstellung einer Trypsin - AeDTA - Lösung

a) Zusammensetzung der phosphatgepufferten Kochsalzlösung (PBS):

NaCl	8,00 g
KCl	0,20 g
$Na_2Hpo_4 \cdot 2 H_2O$	1,15 g
KH_2PO_4	0,20 g
$MgCl_2$	0,10 g
$CaCl_2$	0,10 g
Aqua dest.	ad 1 000,0 g

$MgCl_2$ und $CaCl_2$ wurden getrennt von den übrigen Substanzen in 50 ml Aqua dest. gelöst und erst vor der Filtration mit der restlichen Salzlösung gemischt. Die vollständige Lösung wurde abschließend membranfiltriert und in Portionen von 50 ml für den einmaligen Gebrauch abgefüllt. Die Aufbewahrung erfolgt im Tiefkühlschrank bei - 70° C.

2. Sterilitätskontrollen

Sowohl die Zellkulturen als auch die hergestellten Lösungen wurden laufenden Sterilitätskontrollen gemäß Europäischem Arzneibuch unterworfen. Eine Überprüfung der Zellen auf Mykoplasmen fand ebenfalls statt. Hierzu wurden sowohl die Aussaat auf Pferdeserum-haltigen Spezialnährböden als auch die Färbung von Zellausstrichen mit 1 %iger Orceinlösung vorgenommen. So präpariert lassen sich unter dem Mikroskop die gefärbten Mykoplasmen an der Zellwand erkennen. Bei Verdacht einer Infektion wurde die Zellcharge verworfen und eine neue Kultur nachgezüchtet. Durch die Anwendung von Kanamycin wird das Wachstum der Mykoplasmen weitgehend verhindert.

3. Bestimmung des Virusgehaltes einer Lösung mittels Plaquetitration

Aus den kleinen Gewebekulturflaschen der normalen Züchtung wurden entsprechend dem zuvor beschriebenen Verfahren die Zellen aus der Kulturflasche gelöst und nach erfolgter Zentrifugation resuspendiert. Aus einer Kulturflasche, ça. 10^6 Zellen, wurden fünf Petrischalen angesetzt (1 ml H.Ep.2 Zellsuspension und 5 ml MEM). Durch vorsichtiges Hin - und Herbewegen in Form einer 8 erzielte man eine gleichmäßige Verteilung der Zellen. Anschließend wurden die Schalen in einem gasdichten Kunststoffbehälter (Nucerite,

Fa. Nunc) 10 Minuten begast und 24 Stunden bei 37° C in feuchter, 5 % CO_2 - haltiger Atmosphäre inkubiert. Am nächsten Tag wurde eine Verdünnungsreihe über 6 Zehnerpotenzen in Reagenzgläsern angesetzt: zur Verdünnung wurden 4,5 ml MEM vorgelegt. Zum 1. Röhrchen wurden 0,5 ml der Virussuspension zugegeben (das Virusmaterial stand in Ampullen zu je 1 ml zur Verfügung und wurde bei - 70° C gelagert). Durch Überpipettieren von je 0,5 ml wurden die weiteren Virusverdünnungen erhalten.

3.1. Aufarbeitung der Virusverdünnungen

Zur Überimpfung der Verdünnungsstufen auf die Zellrasen wurde das Medium aus den Petrischalen abgesaugt und 0,3 ml der jeweiligen Virussuspension in die Mitte der gekennzeichneten Schalen getropft. In die Kontrollschale wurden 0,3 ml MEM gegeben. Nach 10 minütiger Begasung wurden die Schalen zur Adsorption für 30 Minuten im Brutraum bei 37° C aufbewahrt.
Während dieser Zeit wurde der nächste Arbeitsgang vorbereitet: 0,64 g Agar ("purified agar", Fa. Difco) wurden in 20 ml Aqua tridest. gelöst und 20 Minuten im kochenden Wasserbad erhitzt. 68 ml Medium wurden im Wasserbad auf 37° C erwärmt.
Nach der 30 minütigen Inkubation wurde die Polio-Verdünnung von den Petrischalen abgesaugt, der Agar nach Abkühlung auf 42° C mit dem vorbereiteten Medium vermischt und je 5 ml auf die Gewebekultur-Schalen verteilt. Sobald das Gel erstarrt war, wurden die Schalen wieder 10 Minuten begast und anschließend 3 1/2 Tage bei 37° C inkubiert.
Zur Darstellung der Plaques wurde Neutralrot (Fa. Merck Nr. 1369) 1 : 4 000 in PBS gelöst, filtriert und in Portionen zu je 3 ml auf die Schalen verteilt

(16). Nach einer Einwirkungszeit von 2 - 3 Stunden waren die Plaques einwandfrei auszuzählen.

4. Der Suspensionsversuch

Zur Prüfung eines Desinfektionsmittels auf Viruswirksamkeit wurden 0,5 ml unverdünnte Polio - Suspension mit einem Titer von ça. 1 x 10^6 PFU / ml mit 4,5 ml der Hemmstofflösung gemischt. Die Hemmstofflösungen wurden entweder kurz vorher frisch hergestellt oder bei Verwendung von Sprays durch Einsprühen in Glasgefäße gewonnen. Nach 10 Minuten Einwirkungszeit bei 22° C wurden durch Überpipettieren von 0,5 ml Verdünnungsreihen hergestellt. Die weitere Aufarbeitung entsprach dem bei der Plaquetitration beschriebenen Verfahren. Zur Erkennung von abweichenden Ergebnissen wurde für jeden Versuch eine Kontrollreihe angesetzt. Dazu wurden 4,5 ml physiologischer Kochsalzlösung mit 0,5 ml Polio-Suspension gemischt, 10 Minuten inkubiert und wie oben beschrieben weiterverarbeitet.

4.1. Ausschaltung zellschädigender Nachwirkung von Desinfektionslösungen

Bei Versuchen mit stark zelltoxischen Desinfektionsmitteln zeigte sich trotz Verdünnung auf mindestens 1 : 100 der Ausgangskonzentration eine zellschädigende Nachwirkung. Dieser Einfluß wurde erst bei der Anfärbung mit Neutralrot sichtbar. Der Zellrasen war entweder teilweise oder gar nicht anfärbbar. Daher wurde bei Wiederholungsversuchen die Verdünnungsreihe in Medium mit 20 % Serumanteil und Histidin-Zusatz hergestellt. 4,4 ml Medium (20 % Serum) und 0,1 ml einer 5 %igen Histidin-Lösung wurden pro Röhrchen gemischt.

4.2. Herstellung einer 5 %igen Histidin-Lösung

250 mg Histidinhydrochlorid wurden in 5 ml Aqua tridest gelöst, mit 0,1 n NaOH auf pH 7 eingestellt, steril filtriert und bei+5° C gelagert.

5. Untersuchung der Wirkung von UV-Strahlung auf Polio-Viren

Bei den vorliegenden Versuchen fand der Entkeimungsstrahler Typ HNS 10 W / U ofr (Fa. Osram) Anwendung. Seine Strahlungsleistung beträgt nach Firmenangaben 350 erg x sec x cm^{-2} bei 1 m Abstand von der zu bestrahlenden Fläche. Dieser Wert wird erreicht, wenn der Strahler mit beiden Schenkeln freistrahlend dem Objekt zugewandt ist. Sein maximales Emissionsspektrum liegt bei 253,7 nm.
Zur Bestimmung der Wirksamkeit gegenüber Polio-Viren fand folgende Versuchsanordnung Anwendung:
1 ml Polio-Suspension mit einem Titer von ça. 1 x 10^6 PFU / ml wurde mit physiologischer NaCl-Lösung 1 : 10 verdünnt. Die Bestrahlungen wurden bei Raumtemperatur in Nunclon - Petrischalen von 5 cm Ø und einer Flüssigkeitsschichtdicke von 1 mm bei wechselnden Abständen durchgeführt. Anschließend wurden 0,5 ml der bestrahlten Suspensionen in einer Verdünnungsreihe pipettiert und entsprechend aufgearbeitet.

6. Der Keimträgerversuch

Bei den eigenen Untersuchungen wurde Wert auf eine praxisnahe Versuchsanordnung gelegt. Als Keimträger standen zahnärztliche Luftturbinen der Typen Borden Airotor "68" und "All Air" der Fa. Kaltenbach & Voigt zur Verfügung.

6.1. Inaktivierung durch UV - Bestrahlung

In einen Meßzylinder wurden 30 ml einer 1 : 10 verdünnten Polio-Suspension gefüllt. Die sterilisierten Turbinen wurden 1 Minute lang mit der Virussuspension an der Oberfläche kontaminiert, die 10 Minuten antrocknen konnte. Anschließend wurde die Oberfläche 30 Sekunden mit einem mit 70 %igem Isopropylalkohol getränkten Stoffläppchen ("Preptic", Fa. Johnson & Johnson) abgewischt und nach Verdunstung des Alkohols UV - bestrahlt. Als Strahlungsquellen dienten 3 Entkeimungsstrahler Typ HNS 10 W / U ofr. in folgender Anordnung:

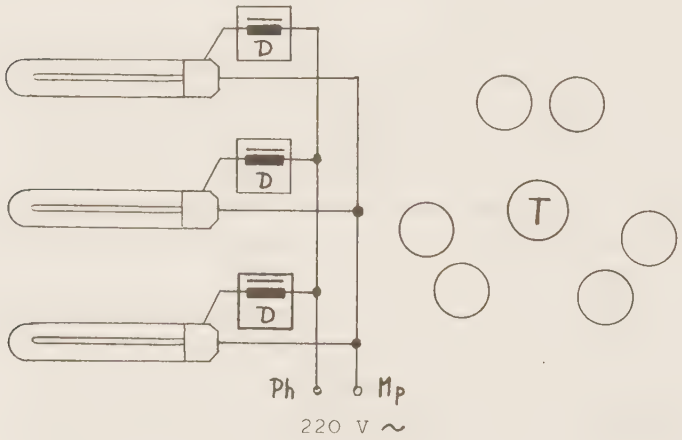

Abb. 2
Elektrische Schaltung und Anordnung der UV - Strahler

Nach einer Einbrenndauer von 10 Min. wurde die erste Bestrahlung vorgenommen. Unmittelbar danach wurde die Turbinenoberfläche 5 Min. lang mit einem sterilen Viskoseschwämmchen (Maße ça. 10 x 10 x 5 mm), das mit Medium getränkt war, intensiv abgewischt. 0,5 ml dieser Waschlösung wurden in einer Verdünnungsreihe von

10^{-2} - 10^{-6} pipettiert. 0,3 ml wurden direkt aus der Waschschale als 1:10 - Verdünnung auf die erste Zellkultur der jeweiligen Reihe gegeben. Die weitere Aufarbeitung vollzog sich wie unter 3.1. beschrieben.

6.2. Inaktivierung mit Glutaraldehyd (Alhydex; Fa. Johnson & Johnson)

Die sterilisierten Turbinen wurden für 1 Minute in eine Polio-Suspension (Ansatz wie unter 6.1.) an der Oberfläche kontaminiert. Nachdem die Suspension 10 Minuten antrocknen konnte, wurden die Turbinen aus einer Sprühflasche mit aktiviertem Alhydex angesprüht. Die Lösung war unverdünnt und entsprach der von der Firma hergestellten, gebrauchsfertigen Konzentration. Entsprechend dem von Holtkamp (40) empfohlenen Vorgehen wurde das Ansprühen bis zur Erreichung eines geschlossenen Flüssigkeitsfilms fortgesetzt. Nach 1,2,4 und 8 min wurden die Schleifaggregate mit sterilen Viskoseschwämmchen 5 Minten lang mit Medium abgewischt. Die erhaltene Suspension wurde wie unter 3.1. aufgearbeitet. Durch einen Zusatz von 10 % Serum und 5 %iger Histidin - Lösung (19) zu Waschlösung und Verdünnungsreihe konnte der zytotoxische Effekt von Glutaraldehyd aufgehoben werden.

7. Züchtung von Polio - Viren

Zur Züchtung der Polio - Viren wurde in eine Roux - Flasche ein Monolayer - Zellrasen von H.Ep.-2 Zellen eingesät. Am nächsten Tag wurde das Medium abgesaugt, eine Ampulle des Polio - Impfstoffs dazugegeben und 30 min zur Adsorption bei + 37° C inkubiert. Anschließend wurde der Überstand entfernt und die Zellkultur

nach Zugabe von 20 ml MEM 3 Tage bei + 37° C inkubiert. Am 4. Tag wurden die Viren aus der Zellsuspension durch dreimaliges Einfrieren bei - 70° C und Auftauen freigesetzt. Die festen Zellbestandteile wurden durch Zentrifugation für 20 Minuten bei 6000 U / min von den Viren getrennt und das Sediment anschließend verworfen.

Aus der virushaltigen Lösung wurden die Viren mittels Ultrazentrifugation gereinigt, um in einer eiweißarmen Lösung für weitere Versuche zur Verfügung zu stehen. Die Suspensionen wurden in Polycarbonat-Röhrchen abgefüllt und in den auf + 5° C vorgekühlten Zentrifugenrotor gegeben. Die Zentrifugation erfolgte im Rotor 60 Ti einer Beckman Spinco L5 - 65 Ultrazentrifuge für 90 Minuten bei 40 000 U / min und + 5° C.
Folgende Werte der Zentrifugalbeschleunigung wurden errechnet:

G_{Min} = 65 600, G_{Mittel} = 113 000, G_{Max} = 160 500

Der Überstand wurde anschließend verworfen und das Sediment in jeweils 7 ml PBS resuspendiert. Zur vollständigen Loslösung der Viren von den Behälterwänden wurden sterile Glaskugeln dazugegeben und die Röhrchen 15 Minuten lang im Kühlraum geschüttelt. Abschließend wurde die Suspensionsmenge auf 100 ml mit PBS aufgefüllt und zur Feststellung des Titers eine Plaquetitrationsreihe angesetzt (siehe 3.). Der Titer der durch Zentrifugation gereinigten Virus-Suspension lag bei 3 x 10^7 PFU / ml.

D. Eigene Versuchsergebnisse

1. Für die Versuche wurden Substanzen und Verfahren ausgesucht, die über ein breites Wirkungsspektrum gegenüber Mikroorganismen verfügen und deshalb für die zahnärztliche Praxis im Hinblick auf eine Virusdesinfektion von Interesse waren.

Untersucht wurde die Wirkung von 1 %igen Lösungen von Natriumperborat $NaBO_2 \cdot H_2O_2 \cdot 3\ H_2O$, Natrium - metaborat $NaBO_2 \cdot 4\ H_2O$, Natriumtetraborat $Na_2B_4O_7 \cdot 10\ H_2O$ und Kaliumperchlorat $KClO_4$. Es wurden je drei Versuche nach C.4. durchgeführt. Die 1 %igen Lösungen der obengenannten Verbindungen zeigten nach 10 minütiger Einwirkungszeit keine signifikante Wirkung hinsichtlich der Inaktivierung von Polio - Viren.

1.1. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von H_2O_2

Als Mittelwert aus drei Suspensionsversuchen (wie unter C.4.) ergab sich bei Verwendung frisch angesetzter, 3 %iger H_2O_2 - Lösung nach 10 min. eine PFU - Reduzierung um 67,7 %. Auf eine weitere Untersuchung im Rahmen eines Keimträgerversuches wurde verzichtet, weil die Inaktivierungsgeschwindigkeit zu gering war.

1.2. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von Isopropylalkohol

In der Einleitung wurde bereits auf die Unbrauchbarkeit von Alkohol für die Oberflächendekontamination an zahnärztlichen Hand - und Winkelstücken hingewiesen. Um diese Aussage zu erhärten, wurden drei Suspensionsversuche mit 70 %igem Isopropylalkohol

durchgeführt (Ansatz wie unter C.4.). Nach 10 Minuten Einwirkungszeit konnte keine Reduzierung der PFU festgestellt werden.

1.3. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von Desinfektionsmitteln in Sprayform: Incidin -, Sagromed -, Derfla -, Santiro - und Micro - Mega E - Spray

Zur Feindesinfektion der zahnärztlichen Schleifaggregate, insbesondere der Turbinen, werden seit einiger Zeit Desinfektionsmittel in Sprayform von verschiedenen Herstellern angeboten. Untersucht wurden die Mittel Incidin, Sagromed, Derfla, Santiro und Micro-Mega E. Die jeweilige Zusammensetzung, soweit sie aus Herstellerangaben oder der Literatur entnommen werden konnte, ist in einer Tabelle zusammengestellt. Die Ergebnisse der Wirksamkeitsprüfungen im Suspensionsversuch gegenüber Polio - Viren aus je 5 Versuchen zeigten, daß alle Sprays in unverdünnter Anwendung nach 10 Minuten keine signifikante Reduzierung der PFU erreichten.

1. 4. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von Formaldehyd

Es wurden Suspensionsversuche mit einer 1 %igen Lösung vorgenommen. Die Zeitabhängigkeit der In - aktivierung von Polio - Viren wurde in Form einer Inaktivierungskurve dargestellt. Zur Ausschaltung virustatischer oder zelltoxischer Nachwirkungen erwies sich ein Zusatz von Histidin als ausrei - chend. Jedes Röhrchen der Verdünnungsreihe ent - hielt 4,4 ml MEM + 0,1 ml einer 5 %igen Histidinlösung (siehe C.4.2.) in Anlehnung an die Richt - linien zur Prüfung chemischer Desinfektionsmit - tel (19). Nach 10 minütiger Einwirkung wird eine Reduzierung der PFU um 96 % erreicht.

Tabelle Nr. 5: Zusammensetzung der untersuchten Desinfektionssprays, soweit bekannt.

Incidin - Spray
100 g enthalten:
0,02 g Tri - n - butylzinnbenzoat
0,70 g Formaldehydlösung DAB
84,00 g Äthanol

Sagromed - Spray
100 g enthalten:
0,025 g 2 - Phenylphenol
0,025 g 4 - Chlor - 2 - benzyl-phenol
0,500 g N,N - Dimethyl - N - lauryl - N - benzylammoniumchlorid
82,170 g Äthanol - Wassergemisch = 95,3 % ml/ml

Derfla - Spray
100 g enthalten:
0,25 % ungiftige Amphotenside
0,35 % Pfefferminzöl 87138 nat.
7,00 % Aqua demin.
62,391% Isopropylalkohol
30,00 % Frigen 12 A

Micro Mega E - Spray
100 g enthalten:
O - Phenylphenol
O - benzyl - p chlorphenol
Dimethyl - Benzylammoniumchlorid
Isopropanol
Aqua dest.

Santiro - Spray
100 g enthalten:
0,2 % Hexachlorophen als Wirk -

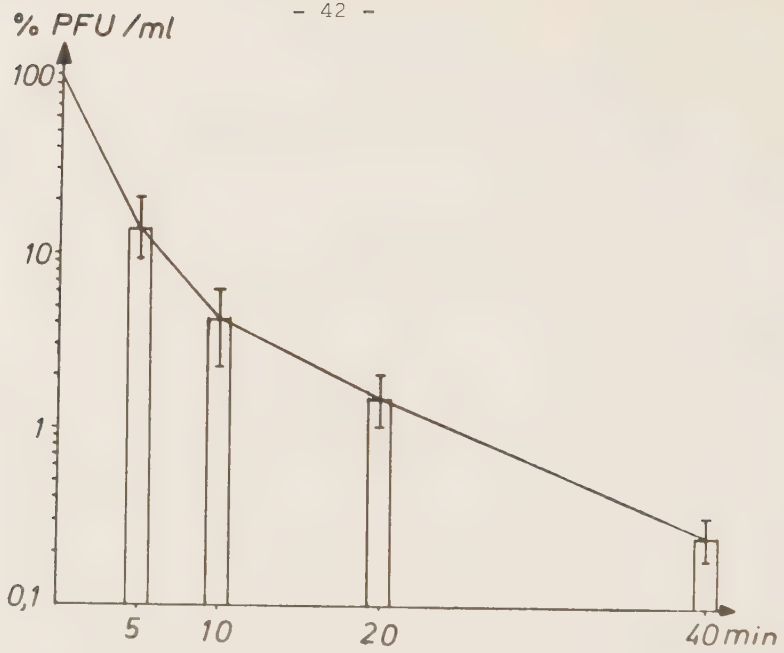

Abb. 2

Inaktivierung von Polio - Virus Typ I (Titer ca. 1 x 10^6 PFU /ml) nach Einwirkung von 1 %iger Formaldehydlösung für 5, 1o, 20 und 40 Minuten im Suspensionsversuch , Kontrolle = 100 %.

Mittelwerte aus 5 Versuchen

1.5. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von Glutaraldehyd

Für diese Versuchsreihe wurde das Präparat Alhydex verwendet. Der Wirkstoff ist Glutaraldehyd, dessen pH-Wert zur Aktivierung kurz vor der Anwendung mit Natriumbikarbonat in den alkalischen Bereich ver - schoben wird. Die Suspensionsversuche wurden mit der von der Firma gelieferten, unverdünnten 2 %igen Gebrauchskonzentration durchgeführt. Aufgrund von Literaturhinweisen (66,44) war eine schnelle Wirkung gegenüber Polio - Viren zu erwarten. Mittelwerte aus 5 Versuchen führten zur Erstellung der folgenden In - aktivierungskurve.

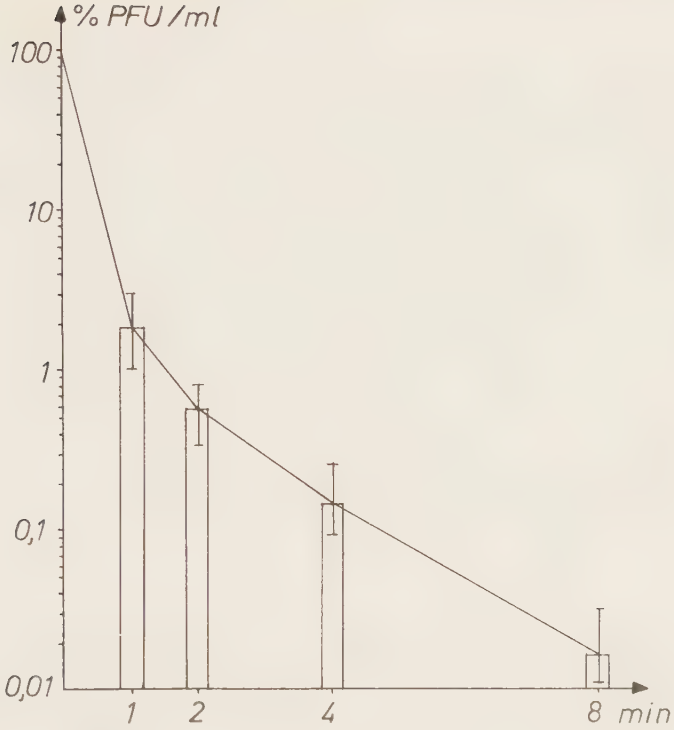

Abb. 3

Inaktivierung von Polio - Virus Typ I (Titer ça 1 x 10^6 PFU /ml) nach Einwirkung von 2 %igem Glutaraldehyd für 1, 2,4 und 8 Minuten im Sus - pensionsversuch; Kontrolle = 100 %. Mittelwerte aus 5 Versuchen

1.6. Inaktivierungsversuche unter Verwendung von ultraviolettem Licht

Die Suspensionsversuche zur Inaktivierung von Polio - Viren mittels ultraviolettem Licht wurden in der un - ter C.5. beschriebenen Form durchgeführt. Da über die Inaktivierungsgeschwindigkeit keine Anhaltspunkte vor - lagen, wurde der erste Orientierungsversuch bei 15 mm Abstand (Unterseite UV - Strahler bis Flüssigkeits - oberfläche) und Zeiten von 1,2,4 und 8 min vorgenom - men. Bei der Versuchsauswertung waren keine

Plaques zu erhalten. Da die verwendeten Zellkulturen keine sichtbaren Schäden zeigten, wurde auf eine zu hohe applizierte UV - Dosis geschlossen und damit auf eine vollständige Abtötung aller Viren in den Suspensionen. Die folgenden Versuche mit 20 und 40 Sekunden Bestrahlungszeit bei 30 mm Abstand sowie mit 10, 20 und 40 Sekunden bei 60 mm Abstand ergaben ebenfalls keine Plaquebildung auf den Mono - layer - Kulturen. Der nächste Versuch wurde mit einer stark verringerten UV - Dosis durchgeführt. Die Petrischalen wurden 30 Sekunden lang bei 25, 50, 75 und 100 cm (!) Abstand bestrahlt.

Abstand in cm	UV - Dosis (erg /cm^2 · sec
100	350
75	622
50	1400
25	5600

Tabelle Nr. 6
Errechnete UV - Dosis für verschieden Objekt - Strahler Abstände; nach Angaben des Herstellers besteht für diesen Bereich Proportionalität.

Diese Abstände erwiesen sich bei der Auswertung durch die gleichmäßige Verteilung der Plaquezahlen in den einzelnen Verdünnungsstufen als günstig. Die folgende Kurve resultierte aus Mittelwerten von 3 Versuchen.

Für den Vergleich der Effektivität der einzelnen Wirkstoffe war jedoch eine graphische Darstellung mit wechselnden Zeiten notwendig. Die Auswertung der vorausgegangenen Kurve führte zu den neuen Zeit - Abstandswerten für die Erstellung einer vergleichbaren Inaktivierungskurve. Die Petrischalen wurden nun bei 50 cm Abstand 10 bis 70 Sekunden lang mit UV - Licht bestrahlt. Folgende Dosiseffektkurve ergab sich aus Mittelwerten von 3 Versuchen.

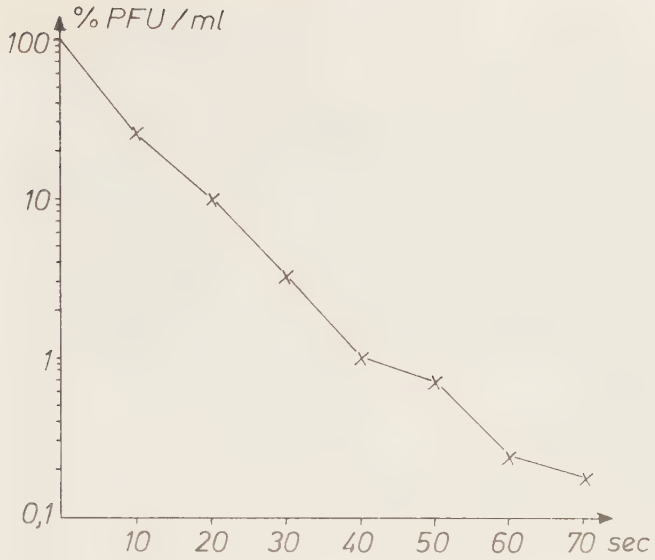

Abb. 4

Inaktivierung von Polio - Virus Typ I, 1 UV - Strahler, Abstand 50 cm, Kontrolle = 100 %.

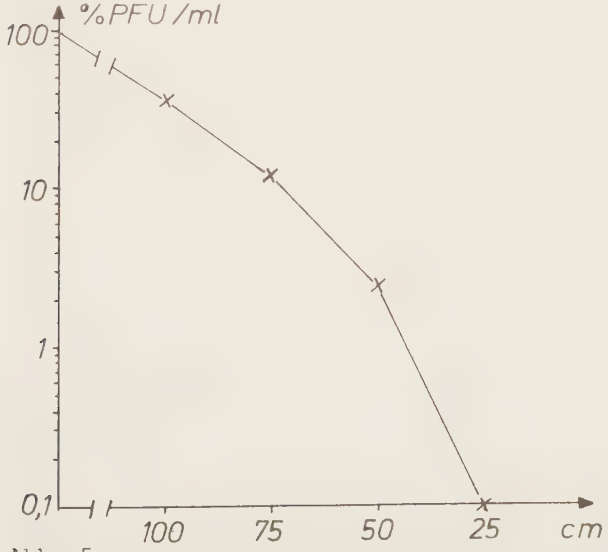

Abb. 5

Inaktivierung von Polio - Virus Typ I, Bestrahlungszeit 30 sec, 1 UV - Strahler bei wechselnden Abständen, Kontrolle = 100 %. Mittelwerte aus je 3 Versuchen

Aus den beschriebenen Versuchsreihen haben sich drei Verfahren der Keimabtötung als wirkungsvoll inner - halb von 10 Minuten gegenüber Polio - Viren heraus - gestellt. Es sind dies die Desinfektionsmittel Formaldehyd und Glutaraldehyd sowie ultraviolettes Licht. Durch einen Vergleich der Inaktivierungsgeschwindigkeiten im Rahmen einer graphischen Darstellung (prozentuale Abnahme der Plaqueanzahl in Abhängigkeit von der Zeit) wird deutlich, welche Methoden für eine Wirkungsprüfung im Keimträgerversuch sinnvoll sind.

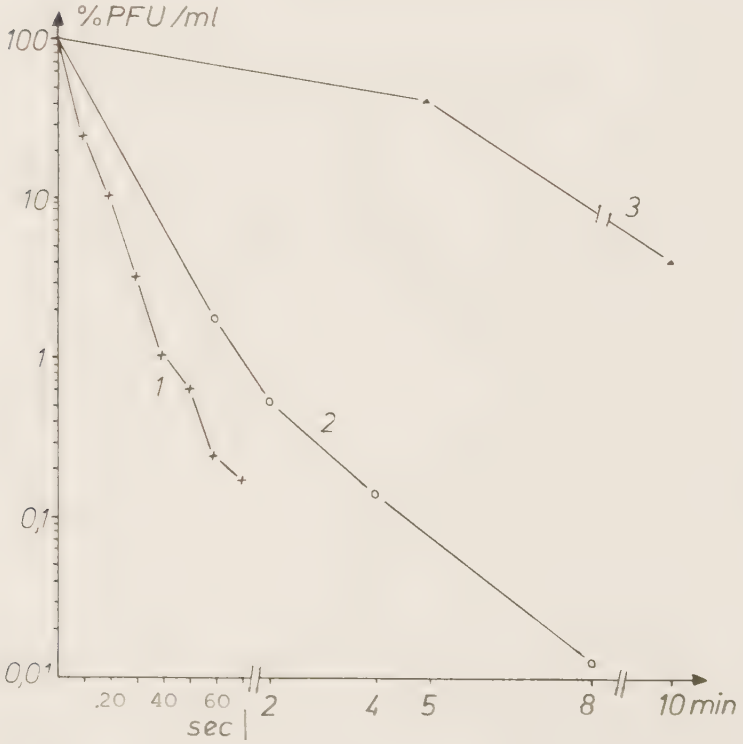

Abb. 6
Vergleich der Inaktivierungsgeschwindigkeiten von UV - Licht((1), 1 Strahler, 50 cm Abstand), 2 %igem Glutaraldehyd (2) und 1 %igem Formaldehyd (3) hin - sichtlich der Inaktivierung von Polio - Virus Typ I. Mittelwerte aus 5 Versuchen.

2. Keimträgerversuche

2.1. Durch Vorversuche war zu klären, ob bei der Kontamination mittels Eintauchen in die Virussuspension auch Viren durch den Spalt zwischen Rotor und Gehäuse in den Rotorraum gelangen können, Diese Keime wären einer Inaktivierung durch Ansprühen oder Bestrahlen nicht mehr zugänglich. Bei der einen Versuchsreihe wurde während der Kontamination Luft mit geringem Überdruck durch den Versorgungskanal in den Rotorraum geleitet, die dann aus der Ausstoßöffnung und dem Lagerspalt herausströmte.

Die Versuchsauswertung zeigte keine erhöhten Plaquezahlen bei den Turbinen ohne Luftzufuhr. Auf weitere Überlegungen zu dieser Thematik wird in der Diskussion eingegangen.

2.2. Keimträgerversuche mit ultraviolettem Licht

Bei der ersten Versuchsreihe wurden die Turbinenoberflächen mit unverdünnter Polio - Suspension (Titer ça. 1×10^6 Keime / ml) mittels einem Viskoseschwämmchen kontaminiert. Nachdem die Suspension 10 min angetrocknet war, wurden die Turbinen mit 3 Entkeimungsstrahlern 5 und 30 sec lang aus einem mittleren Abstand von 1,5 cm bestrahlt. Die Anordnung der Strahler und die weitere Aufarbeitung sind unter C.6.1. beschrieben. Die Ergebnisse zeigten starke Schwankungen im Ausmaß der Reduzierung der PFU. Die Ursachen lagen zum einen im unterschiedlichen Kontaminationsergebnis und zum anderen in dem Eiweißanteil der unverdünnten Virussuspension, der nach dem Antrocknen wie ein Schutzfilm die UV - Strahlung absorbieren kann.

Für die folgenden Versuche wurde daher der Kontaminationsmodus geändert: Die Turbinenoberflächen wurden

durch 1 minütiges Eintauchen in eine mit physiologischer Kochsalzlösung 1 : 10 verdünnte Polio - Suspension benetzt. Ferner wurde in Anlehnung an die Praxis die Oberfläche nach dem Antrocknen 30 sek lang mit Alkohol intensiv abgewischt. Dazu wurden Einweg - filzläppchen mit 70 %igem Isopropylalkohol ("Preptic") verwendet. Um das Ausmaß der Reduzierung der Virus - Kontamination nach dem Abwischen zu erhalten, wurde die verbleibende Virusmenge als PFU bestimmt und in die graphische Darstellung aufgenommen.

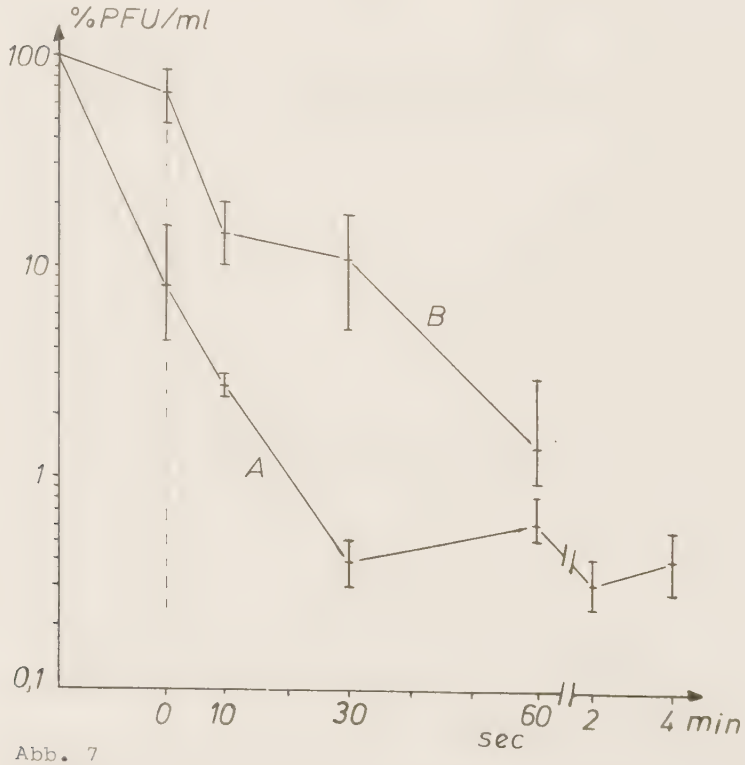

Abb. 7
Dosiseffektkurven aus den Keimträgerversuchen mit UV - Licht: 3 UV - Strahler, mittl. Abst. 1,5 cm
A = Turbine All Air, B = Turbine Borden Airotor
unbehandelte Turbine = 100 %.
Zum Zeitpunkt O wurden die Turbinen mit "Preptic" abgewischt; Mittelwerte aus 5 Versuchen.

Die Versuchsreihen ergaben zwei Kurvenverläufe: einen für relativ glatte Turbinenoberflächen (All Air) und einen für stärker strukturierte Oberflächen (Borden Airotor). Daher war ein unterschiedlicher Erfolg der Inaktivierung in Relevanz zur benutzten Turbine zu erwarten. Aus diesem Grund wurden die verschiedenen Versuchsreihen mit jeweils nur einem Bautyp durchgeführt. Die unterschiedliche Effektivität der Bestrahlung ist aus den Kurvenverläufen einwand - frei zu erkennen. Besonders macht sich der Einfluß der Oberflächengestaltung nach dem Abwischen mit "Preptic" bemerkbar. Während für den Typ Borden Airotor diese Maßnahme kaum ein Gewinn ist, führt es bei dem All - Air Handstück schon zu einer Reduzierung der PFU um durchschnittlich 92 %. Ein weiterer Hinweis auf den Einfluß der Oberfläche ist auch der größeren Streuung der Einzelwerte im Ver - lauf der Kurve B zu entnehmen.

Im Kurvenverlauf A wird nach 30 sec. eine zunächst maximale PFU - Reduzierung um 99,6 % erreicht. Der Wert bei 60 sec zeigt, daß eine Steigerung der Inaktivierung nicht ohne weiteres zu erwarten ist. Zur Untersuchung, ob es sich hier um einen methodischen Fehler handelt, wurde eine weitere Versuchsreihe durchgeführt. Die Schleifaggregate wurden 2 und 4 Minuten lang bei sonst gleichen Bedingungen bestrahlt. Diese Zeiten lassen sich auch in einer frequenten Praxis noch realisieren. Das Ergebnis bestätigt obige Annahme: es wird in keinem Fall eine höhere Inakti - vierungsquote als 99,7 % erreicht.

1.2. Keimträgerversuche mit Glutaraldehyd

In den Suspensionsversuchen hat sich Glutaraldehyd als brauchbares chemisches Inaktivierungsmittel gegenüber Polio - Viren erwiesen. Die Keimträgerversuche wurden wie unter C.6. beschrieben durchgeführt. Mittelwerte aus 5 Versuchen führten zu der folgenden Inaktivierungskurve, die wiederum wie beim UV - Licht aus zwei getrennten Versuchsreihen resultierte (abhängig von der Turbinen - Oberfläche). Die Inakti - vierungsraten in Abhängigkeit von der Oberflächen - struktur treten deutlich hervor. Die stärkere Streuung der Einzelwerte bei den Turbinen mit rauher Oberfläche entspricht der bei UV - Bestrahlung. Die maximale Reduzierung der PFU wird nach 4 Minuten mit 99,89 % erreicht und liegt ähnlich wie nach UV - Applikation. Da die Kurve A im weiteren Verlauf wieder ansteigen kann, scheint damit zunächst eine maximal mögliche Inaktivierung erreicht zu sein. Auf weitere Versuchsreihen mit längeren Zeiten als 8 min wurde verzichtet, da diese Einwirkungszeiten in der Praxis nicht in jedem Fall zur Verfügung stehen.

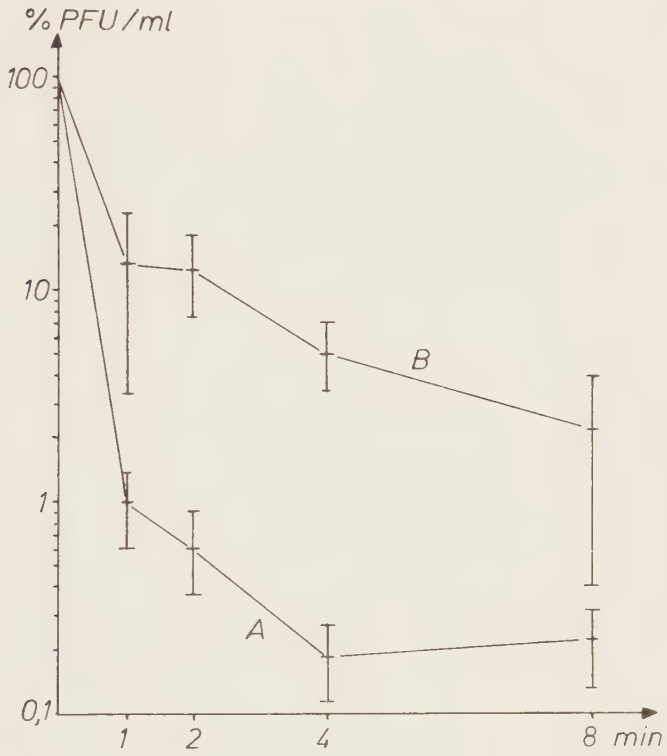

Abb. 8
Dosiseffektkurven aus den Keimträgerversuchen mit Glutaraldehyd:
A = Turbine All Air
B = Turbine Borden Airotor
unbehandelte Turbine = 100 %.
Mittelwerte aus 5 Versuchen.

3. Statistische Auswertung

Eine statistische Auswertung von erhaltenen Versuchs - ergebnissen erscheint nur dann sinnvoll, wenn dieser Auswertung aufgrund normierbarer Untersuchungsbedin - gungen, konstanter Materialbeschaffenheit und einer ausreichenden Anzahl von Versuchen ein echter Beweis- wert zugeschrieben werden kann. Im vorliegenden Fall können z.B. geringe Schwankungen der Zellzahl der Kulturen oder Unterschiede im PFU - Gehalt der Virus - chargen bei der Auswertung der Keimträgerversuche mit den Turbinen einen statistischen Fehler vortäuschen. Die hier ermittelten Ergebnisse resultieren aus 3 - 5 Versuchsreihen. Für die Begrenzung der Anzahl der Versuche waren der Material -, Kosten - und Zeitauf - wand, sowie das Infektionsrisiko bestimmend. Die Be - weiskraft einer dafür aufgestellten statistischen Be - rechnung wäre aufgrund der begrenzten Wiederholungs - versuche nicht gegeben. Aus diesem Grunde konnten für die einzelnen Versuchsreihen lediglich die Mittelwert - und Standardabweichungen errechnet werden.

Der mittlere Fehler der Einzelmessung = "Standard - abweichung" wurde nach folgender Formel berechnet:

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \bar{x} \right)^2}$$

Der Wert für die Streuung resultierte aus folgendem Ansatz:

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \bar{x} \right)^2$$

Das Vorgehen wird an den Meßwerten erläutert, die zum Zeitpunkt t_2 = 30 sec aus den Keimträgerversuchen mit UV - Licht erhalten wurden.(s. S. 47)

Meßwerte für t_2 = 30 sec UV für All Air Turbine

Vers. Nr.	x	x^2	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	s_y	s_x^2
1	4,7	22,09		+ 0,56	0,313		
2	3,0	9,0		- 1,14	1,299		
3	5,0	25,0	4,14	+ 0,86	0,739	± 0,823	0,677
4	3,6	12,96		- 0,54	0,292		
5	4,4	19,36		+ 0,26	0,067		
					2,71		

Meßwerte für t_2 = 30 sec UV für Borden Air Rotor Turbine

Vers. Nr.	x	x^2	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	s_x	s_x^2
1	10,5	110,25		- 0,24	0,05		
2	5,0	25,0		-5,74	32,95		
3	17,0	289,0	10,74	+ 6,26	39,1	± 4, 6	21,4
4	8,0	64,0		- 2,74	7,51		
5	13,2	174,3		+ 2,46	6,05		
					89,75		

Tabelle Nr.
Mittelwert - und Standardabweichung für Turbinen mit unterschiedlicher Oberflächenstruktur
$\bar{x}$= arithmetrisches Mittel der Werte $x_1 - x_5$
s_x = Standardabweichung
s_x^2 = Streuung
Ein Vergleich der Werte für die Standardabweichung und die Streuung der Turbinentypen mit unterschiedlicher Oberflächenstruktur zeigt den ungünstigeren Einfluß der rauheren Oberfläche beim Borden Airotor - Aggregat auf die Versuchsergebnisse.

E. Diskussion

1. In der Einleitung wurde auf die zahlreichen Mög - lichkeiten einer iatrogenen Infektion in der zahn - ärztlichen Praxis hingewiesen. Daß die Quote der Er - krankungen trotz der hohen Anzahl der Behandlungen ge - ring zu sein scheint, liegt einmal an der hohen Resi - stenz des Biotops Mundhöhle. Obwohl nach fast jeder Extraktion eine kurzzeitige Bakteriämie nachweisbar ist, [illegible] eistens Primärheilung ein. Ein anderer Grund für die geringe Zahl der iatrogen bedingten In - [illegible] liegt in der stetigen Wechselbeziehung zwi - schen der fakultativen Pathogenität der Krankheits - erreger und unterschiedlichen Resistenz des Makroor - ganismus. So führt nicht jeder Kontakt mit einem Er - reger zu einer klinisch manifesten Erkrankung.

Es ist das Ziel der Desinfektions - und Sterilisations - maßnahmen im Rahmen des ärztlichen Vorgehens, das In - fektionsrisiko für den Patienten durch pathogene Keime auf ein Minimum zu reduzieren, bzw. wenn möglich, ganz zu vermeiden. Das Risiko einer exogenen Infektion ist für Arzt und Patient insbesondere durch Mykobakterium tuberkulosis und Hepatitis - Viren gegeben. Der Arbeits - bereich des Zahnarztes ist in dieser Hinsicht außer - [illegible] exponiert. Nicht nur der häufige und schnelle [illegible] Patienten, sondern auch der Kontakt mit der immer infektgefährdeten Mundhöhle und der stete Wechsel [illegible] septischen und septischen Eingriffen machen eine systematische Durchführung und Sterilisation und Desinfektion zur unerläßlichen Voraussetzung (70).

Aufgrund der Ausführungen über die Gefahr einer Über - [illegible] der Virushepatitis durch die zahnärztliche Be - handlung mußte ein isolierbarer Virusstamm ähnli -

cher Resistenz für die Untersuchungen verwendet wer - den. Während bei Bakterien die Prüfung chemischer Des - infektionsmittel an einigen repräsentativen Stämmen untersucht wird, sind die Ergebnisse der Wirksamkeits - prüfung bei Viren wegen der unterschiedlichen Zusam - mensetzung der Virusarten sowie wegen ihrer teilweise schwierigen Züchtung zum Teil völlig abweichend von den bei Bakterien erhaltenen Befunden. Oft ist es so - gar notwendig, die Wirkung auf jeweils einzelne Virus - arten zu untersuchen. Ebensowenig kann die Resistenz nach der Größe des Virusteilchens beurteilt werden. Kleine Viren, wie Entero - und Arboviren, sind in der Regel hochresistent. Aber auch Viren der Pockengruppe als größte und kompliziertesten zeichnen sich durch eine hohe Resistenz gegenüber physikalischen und che - mischen Einflüssen aus (44). Da die Hepatitisviren, soweit bisher bekannt, in ihrem Aufbau den Enterovi - ren ähneln, sind die Ergebnisse der Versuchsreihen mit Polio - Viren mit hoher Wahrscheinlichkeit über - tragbar.

1.1. Die Keimquellen der zahnärztlichen Turbine

Folgende Keimquellen sind an der zahnärztlichen Luft - turbine zu berücksichtigen:

a) eine kontaminierte Außenfläche nach jeder Behand - lung
b) eine kontaminierte Innenfläche durch
   1) keimhaltige Antriebsluft
   2) keimhaltiges Spraywasser
   3) über den Lagerspalt verschleppte Keime

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, können im Spei - chel 10^6 - 10^8 Keime / ml vorgefunden werden. Da bei Benutzung der Turbine der Speichel aerolisiert wird, muß nach jeder Anwendung mit einer hohen Keimbelastung der Turbinenoberfläche gerechnet werden. Verfahren zur schnellen Inaktivierung der Oberflächenkeime werden im Rahmen dieser Arbeit diskutiert.

Zu b 2): Die Arbeiten von Crott (17), Wilms (90) und Engelhardt (26) geben Aufschluß über die Höhe der Keim- zahlen im Kühlwasser der Turbinen. Getrennt nach fahr - baren und eingebauten Aggregaten liegen sie bei ersteren zwischen 7×10^5 bis $2{,}8 \times 10^7$ und bei letzteren um 7×10^5 vor Behandlungsbeginn. Zur Beseitigung dieser Infektionsquelle empfiehlt Crott eine Nachchlorung des Wassers. In der Westdeutschen Kieferklinik wurde nach Zusatz von 0,3 mg Cl_2 / l verwendeten Wassers eine aus - reichende Desinfektion erzielt (33). Dieses Verfahren ist jedoch für die zahnärztliche Einzelpraxis aufgrund des apparativen Aufwandes nicht praktikabel. Für diesen Fall weist Wilms auf sehr gute Erfolge mit einem UV - Durchflußstrahler bei kontaminiertem Kühlwasser hin. Er konnte bei Verwendung eines 15 W Strahlers selbst bei einer Keimbelastung von über 10^6 Keimen / ml ei - nen bakteriologisch einwandfreien Spray gewinnen. Das einmal infizierte Gerät

ist allerdings nur durch eine chemische Desinfektion zu entkeimen. Als bleibender Schwachpunkt ist der Versorgungsschlauch der Turbine anzusehen, da eine retrograde Kontamination über das Handstück nicht ausgeschlossen werden kann.

Die unter b1) beschriebene Keimquelle kann durch entsprechende Vorkehrungen an den Kompressoren praktisch ausgeschaltet werden.

Zu b3):Aus den Untersuchungen von Holtkamp (40) geht hervor, daß die Menge der durch den Lagerspalt eindringenden Keime als gering anzusehen ist. Durch eigene Untersuchungen konnte dieses Ergebnis bestätigt werden. Diese Tatsache kann dadurch erklärt werden, daß während der Benutzung die Rotorkammer unter Überdruck steht und die austretende Luft ein Eindringen der Keime weitgehend verhindert.

Abschließend sei noch auf Geräte oder Hilfsmittel zum Wechseln der Turbineneinsätze, z.B. Bohrerwechsler nach Redtenbacher hingewiesen, die, obwohl sie als kontaminiert angesehen werden müssen, kaum in Desinfektionsmaßnahmen einbezogen werden und so eine einmal erreichte Keimarmut wieder in Frage stellen.

2. Die Suspensionsversuche mit Polio - Viren

In der zahnärztlichen Praxis ist die zur Dekontamination der Schleifaggregate zur Verfügung stehende Zeit während des Patientenwechsels recht kurz. So wurde davon ausgegangen, daß das untersuchte Mittel oder Verfahren im Suspensionsversuch innerhalb weniger Minuten (max. 10 Min.) eine möglichst starke Reduzierung des Virusgehaltes verursachen muß. Konnte auch nach mehreren Wiederholungsversuchen die Unwirksamkeit eines Mittels oder Verfahrens innerhalb dieser Zeitraumes nicht signifikant nachgewiesen werden, wurde das Mittel nicht weiter untersucht.

Der Suspensionsversuch schafft für ein Desinfektionsmittel besonders günstige Bedingungen. Das Virusmaterial wird mit dem Desinfektionsmittel gemischt, so daß dieses die Viruspartikel allseitig umgibt. In der Praxis sind die zu desinfizierenden Keime aber von Eiweiß und anderen Schutzstoffen umgeben. Schon beim Keimträgerversuch muß daher mit einer Wirkungseinbuße gerechnet werden.

Hierzu bemerken Schmidt et al. (76) folgendes: "Die in der Vorprüfung erzielten Ergebnisse stellen die Grundlage der Prüfung unter praktischen Verhältnissen - d.h. am Modell - dar; ist eine keimtötende Wirkung nachgewiesen, so gibt sie noch keinen Aufschluß darüber, ob das Mittel auch unter den Bedingungen der Praxis wirksam ist. Versagt ein Mittel bereits in der Vorprüfung, so erübrigt sich eine weitere Prüfung."

2.1. Versuche mit Oxidationsmitteln

Die Wirkung von H_2O_2 gegenüber Enteroviren konnte u.a. durch Bingel 1957 und Drees 1956/58 (zit. bei 44) nachgewiesen werden. Aufgrund der eigenen Versuchsergebnisse erwies sich eine frische 3 %ige H_2O_2 - Lösung für die kurzzeitige Dekontamination als nicht brauchbar. Innerhalb von 10 min konnte nur eine PFU - Reduzierung um 67,7 % erreicht werden. Andere Autoren berichten über starken Einfluß von pH - Wert, Temperatur und Schutzstoffen auf die Wirksamkeit von H_2O_2. Ferner mindert die schnelle Zersetzung zusätzlich den Einsatz dieses Mittels.

Im Zusammenhang mit der Anwendung von Oxidationsmitteln sei noch auf die gute antimikrobielle Wirkung der Peressigsäure hingewiesen.Seit der Entdeckung im Jahre 1960 durch Kline et al. 1960 (zit. bei 44) konnte nach positiven Ergebnissen an Bakterien, Pilzen und Sporen (63,61) auch eine breite antivirale Wirksamkeit nach -

gewiesen werden (u.a. Wright 1970, Frankova 1966). In Suspensionsversuchen führte eine 0,2 %ige Lösung in 2 min zur vollständigen Abtötung von Bakterien und Sporen. Enteroviren wurden in vitro erst durch eine 1 %ige Lösung in 5 - 10 min inaktiviert. Diese Ergebnisse sind sehr vielversprechend, wurden aber nur unter Verwendung selbsthergestellter Lösungen erzielt. Aufgrund der Tatsache, daß ein Desinfektionsmittel auf Peressigsäure - Basis noch nicht im Handel existiert und noch keine Angaben über eine zu erwartende Korrosionswirkung vorliegen, wurde die Peressigsäure im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht.

2.2. Versuche mit Alkohol

Die Wirksamkeit von 70 %igem Isopropylalkohol gegenüber Polio - Viren wurde im Suspensionsversuch untersucht. Dabei wurde nach 10 min Einwirkungszeit kein signifikanter Einfluß auf die Anzahl der PFU festgestellt. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit entsprechenden Literaturangaben. Kewitsch et al. (44) beschreiben eine teilweise bessere Wirksamkeit gegenüber anderen Virusarten (Vaccinia, Influenza) und heben erneut die hohe Resistenz der Enteroviren hervor (85). Im Hinblick auf die Hepatitis - Bekämpfung sind die Untersuchungen von Horst et al. (42) von Bedeutung. Die Autoren konnten nach 5 stündiger Einwirkung von 80 %igem Äthylalkohol auf HB_s - Antigen noch Antigenität nachweisen. In Verbindung mit anderen chemischen Substanzen wird im Zusammenhang mit der Peressigsäure von einem positiven Ergebnis berichtet (62). Mücke et al. beschreiben eine beträchtliche Steigerung der Peressigsäure - Wirkung gegenüber Enteroviren nach Zusatz von Äthanol und bestätigen dessen alleinige Unwirksamkeit.

2.3. Desinfektionsmittel in Sprayform

Die Präparate Incidin -, Sagromed -, Derfla -, Santiro - und Micro Mega E - Spray werden von den Herstellern be - sonders zur Desinfektion zahnärztlicher Turbinen und Hand- und Winkelstücke empfohlen. Dennoch konnt kein Spray im Suspensionsversuch nach 10 min Einwirkungs - zeit eine signifikante Reduzierung der PFU - Anzahl erreichen. Die bei den Suspensionsversuchen angewandte Zeit steht aber in der Praxis nicht in jedem Fall zur Verfügung; sie wird sogar häufig unterschritten. Die Zusammensetzung der Sprays zeigt, daß der mengenmäßig größte Bestandteil Äthanol oder Isopropanol ist. Die Unwirksamkeit des Alkohols wurde festgestellt. Die Konzentration der Zusatzstoffe mit verlängerter Wir - kung, u.a. Formaldhyd und Phenolderivate, liegt unter der für einen schnellen Wirkungseintritt gegenüber Enteroviren erforderlichen Konzentration. Eine syner- gistische Wirkung von Alkoholen mit Phenolderivaten, Formaldehyd oder anderen in den Sprays enthaltenen Wirkstoffen (s.S. 41) konnte nicht festgestellt wer - den.

2.4. Formaldehyd

Die keimtötende Wirkung von Formaldehyd ist lange be - kannt und sein überaus breites Wirkungsspektrum günstig. Er ist eine der wenigen chemischen Verbindungen, die fast alle Virusarten inaktivieren können (S5). Über lange Zeit wurde die chemische Reaktion zwischen Aminogruppen der Hüllproteine und dem Formaldehyd un- ter Bildung von Mono - und Dimethylolderivaten als Wirkungsmechanismus angesehen. Hierbei gab es aber keinen Hinweis auf eine irreversible Inaktivierung des Virions. Später wurde auch eine direkte Reaktion mit der Nukleinsäure nachgewiesen. Der Formaldehyd ver - [illegible] die primären Aminogruppen der Nuklein -

säurebasen Adenin, Guanin und Cytosin (46).

Zu dem Einsatz als Desinfektionsmittel bemerkt Ke - witsch (44):
Wenn sich Formaldehyd als gut wirksam gegen Viren er - wiesen hat, so ist seine langsame Wirkungsweise beim Einsatz in der Virusdesinfektion unbedingt zu berück - sichtigen. Formaldehyd kann deshalb nur dort ange - wandt werden, wo mehrstündige Einwirkungszeiten mög - lich sind."

Die eigenen Versuche bestätigen die langsame Wirkung von Formaldehyd. Eine frische 1 %ige Lösung bewirkte im Suspensionsversuch erst nach 40 min Einwirkungs - zeit eine PFU - Reduzierung um 99,7 %. Dieses Resultat steht auch im Einklang mit den Untersuchungen von Horst et al. (42). In ihrem Bericht über die Wirkung chemi - scher und physikalischer Maßnahmen auf die Antigeni - tät von HB_s-Ag benutzten die Autoren auch Formaldehyd. Nach Einwirkung von 37 %iger Lösung für eine Stunde oder 1,5 %iger Lösung für 7 Tage konnten sie noch Anti- genität nachweisen.
Die Applikation von Formaldehyd zur Herstellung von Tot- impfstoffen und Toxoiden ist weit verbreitet. Dabei bleibt die Antigenität länger erhalten als die Infek - tiosität. Eine ausreichend lange Inaktivierungszeit ist unbedingt erforderlich (Impfunglück mit Polio - Salk - Impfstoff in USA, Cutter 1955).

3. Keimträgerversuche

Neben Alhydex ergab auch die Bestrahlung von Virus - suspensionen mit ultraviolettem Licht eine starke und schnelle Wirkung. Daher versprachen allein diese bei - den Verfahren der Keiminaktivierung eine akzeptable Effektivität im Keimträgerversuch in der vorgegebenen Zeit von 10 min. Um die Versuche möglichst praxisnah zu gestalten waren zahnärztliche Luftturbinen der Typen All Air und Borden Airotor verwendet worden, wie sie heute in zahlreichen Praxen vorgefunden werden. Bei der All Air Turbine ist der Rotor luftgelagert, bei Borden Airotor kugelgelagert. Die Rotor-Lagerung bedingt jedoch keinen prinzipiellen Unterschied in der Form des Handstückes.

3.1. Keimträgerversuche mit ultraviolettem Licht

Die inaktivierende Wirkung von ultraviolettem Licht auf Bakterien, Pilze, Protozoen und Viren ist lange bekannt. (20,44,85,90,84,67). Entkeimungsstrahler sind unent - behrlich auf den Gebieten der Hygiene und des Gesundheitswesens, bei der Nahrungsmittelherstellung, in der pharmazeutischen Industrie, zur Wasser - und Luftentkeimung (90,33)u.a. Hinsichtlich der virusinaktivie - renden Wirkung hat sich eine Wellenlänge um 260 nm als besonders effizient herausgestellt. Dies ist gleichzeitig der Bereich der Nukleinsäureabsorption. Der Inaktivierungseffekt des UV - Lichtes beruht bei den meisten Viren auf einer strahleninduzierten Nukleinsäureschädigung. Unter günstigen Versuchsbedingungen ist die UV - Wirkung eine Reaktion 1. Ordnung, d. h. die Reaktion läuft nur innerhalb des betroffenen Moleküls ab. Im Gegensatz zu ionisierenden Strahlen, z.B. γ - und Röntgenstrahlen, beobachtet man nach Einwirkung von nicht - ionisierender Strahlung (UV) häufig Thymin -, Cytosin - und Thymin - Cytosin - Dimerisierungen (50,

53,41). Abweichungen von einer Reaktion 1. Ordnung treten z.B. bei Anwesenheit von UV - absorbierenden Begleitsubstanzen, z.B. Proteinen auf. UV - Schäden in Viren können durch Enzyme und sichtbares Licht in bestimmten Wirtszellen repariert werden (Photoreaktivierung (85)).

Untersuchungen zur Frage, ob UV - Licht ein geeignetes Verfahren zur schonenden Dekontamination von empfindlichen Instrumenten ist, liegen bereits vor. Sperling (84) beschrieb bereits 1961 ausführliche Versuche mit dem Gerät "UV - Sterisol" der Firma Hanau. Folgende Ergebnisse wurden erzielt: Auf direkt bestrahlten, glatten Flächen (Glasstäbchen, Glasplättchen) wurden angetrocknete Suspensionen von Laktobazillen, Staphylokokken und Serratia marcescens nach 5 min sicher abgetötet. Mit der gleichen Versuchsanordnung konnten Sporen jedoch erst nach 45 min inaktiviert werden. Bei Keimträgerversuchen mit Bakterien konnte bei glatten Handforminstrumenten nach 30 min und bei rauhen Kerr - Feilen erst nach 45 min eine vollständige Abtötung der Bakterien erreicht werden. Bei infizierten Kanülen gelang in keinem Fall eine 100 %ige Inaktivierung. Der Autor kommt zu dem Schluß: "Eine Sterilisation üblicher ärztlicher und zahnärztlicher Instrumente ist daher mit UV - Strahlen in praktisch brauchbarer Form und annehmbarer Zeit nicht möglich. Eine Desinfektion mit UV - Strahlen scheint aus den geschilderten Gründen (Strahlenschatten) unsicher und nicht vertretbar."

Unverständlich ist in diesem Zusammenhang die Empfehlung von Drum (20) 1970 ein fast baugleiches Gerät (UV - Box, Fa. Hoenke) zur Lösung der Sterilisationsprobleme von Abdrücken, prothetischen Arbeiten und Turbinenköpfen einzusetzen, ohne bei letzteren auf Oberflächengestaltung und Vorreinigungskriterien einzugehen.

Die Problematik von Rückständen oder Korrosionswir - kung besteht bei UV - Licht unter den angewandten Bedingungen nicht. Davon ausgehend bot sich diese Form der Keiminaktivierung auch in Bezug auf das univer - selle Wirkungsspektrum an. Durch eine geeignete Kon - struktion wäre in der Praxis ein sicherer Schutz des Personals gegen die schädliche Strahlung zu erreichen; der geringe Stromverbrauch und die lange Lebensdauer der Strahler unterstreichen den wirtschaftlichen As - pekt.

In eigenen Suspensionsversuchen bestätigte sich an Polio - Viren die starke, inaktivierende Wirkung des UV - Lichtes. Bei einem Strahler - Objekt Abstand von 50 cm wird nach 70 sec eine PFU - Reduzierung von 99,75 % erreicht. Die Erfahrungen von Sperling wurden in den Keimträgerversuchen berücksichtigt.

In der ersten Versuchsreihe wurden an Handstücken an - getrocknete Virussuspensionen bestrahlt. Aufgrund der hohen UV - Absorption durch Eiweiß zeigten sich star - . Schwankungen im Ausmaß der PFU - Reduzierung. In späteren Versuchen wurde die Turbinenoberfläche nach dem Antrocknen 30 sec lang mit einem "Preptic" - Al - kohol- Läppchen intensiv abgewischt. Diese Maßnahme muß in jedem Fall auch in der Praxis durchgeführt wer - den, da nach der Benutzung der Turbinenkopf mit Schleif - staub und / oder Speichel beschmutzt ist. Die Verwendung alkoholhaltiger Läppchen diente lediglich der Reprodu - zierbarkeit der Ergebnisse, da Abmessungen und Alkohol - menge von der Produktion her gleichbleibend waren. Als Verbesserung der Vorreinigung wäre in praxi eher die Benutzung von einer 3 %igen H_2O_2 - Lösung zu empfeh - len, da hiermit häufig anzutreffende Blutreste besser entfernt würden.

3.1.1. Der Einfluß der Oberflächenstruktur der Turbinen

Die beiden Turbinentypen unterscheiden sich in ihrer Oberflächenstruktur. Bei jeder Turbine sind struk - turierte Oberflächen im Griffbereich vorhanden (z.B. Rändelungen, Fräsungen, Kunststoffverkleidungen u.ä.), um ein Abrutschen speichelbenetzter Finger zu ver - meiden. Zusätzlich befinden sich noch Schlifflächen und Vertiefungen an der Außenseite, die für das An - setzen von Werkzeug zu Reinigung oder Reparatur be - nötigt werden. Zu beachten sind ferner die Rotor - öffnungen zur Aufnahme und zum Ausstoßen des FG - In- struments (diamantierter Schleifkörper, Hartmetall - fräser) und die Sprayöffnungen. Diese Oberflächen - strukturen stellen Spalten und Winkel für Keime dar und bereiten bei der Reinigung besondere Schwierig - keiten.
Bei der All Air Turbine ist die Außenseite matt elo - xiert und im Griffbereich sind Rändelungen vorzufin - den. Die hier verwendete Borden Airotor Type weist eine glänzend verchromte Oberfläche mit einem höhe - ren Anteil an Rändelungen auf. Da aus diesem Grunde unterschiedliche Versuchsergebnisse zu erwarten wa - ren, wurden die Versuche mit jeweils getrennten Typen vorgenommen.

Die graphische Darstellung (s.S.48) zeigt zwei Kur - venverläufe, die Kurve B mit Ergebnissen vom Borden Airotor und die Kurve A von der All - Air Type. Der Einfluß der ungünstigen Oberfläche zeigt sich bei B einmal in der größeren Streuung der Einzelwerte und zum zweiten in dem geringen Einfluß der Vorreinigung. Besonders bei verchromten Teilen ist nach häufigem Ge - brauch ein Aufplatzen des Chromüberzugs an stark pro - filierten Partien zu beobachten. Es resultierten schar - fe Bruchkanten, an denen Filz - oder Zellstoffreste hängenbleiben und so eine nachfolgende Desinfektion

zusätzlich beeinträchtigen. Bei B bewirkt die Vor - reinigung eine PFU - Reduzierung nur um ça. 35 % , während bei A im Durchschnitt über 92 % erreicht wer - den. Nach 30 sec liegt eine zunächst maximale PFU - Reduzierung vor. Eine Verlängerung der Bestrahlungs - dauer auf 2 und 4 min ergibt keine Verbesserung des Resultats. Dieser Versuch wurde nur mit All - Air Tur - binen durchgeführt, da nur bei diesen eine wesentliche Steigerung des ursprünglichen Resultats aufgrund der besseren Oberfläche vermutet werden konnte. Somit ist unter günstigen Voraussetzungen (All Air Turbine) eine Keiminaktivierungsquote um 99,6 % nach 30 sec erreich - bar, bei rauhen Oberflächen (Borden Airotor) nur 98,5 % nach 60 sec.

3.2. Keimträgerversuche mit Glutaraldehyd

Zum Vergleich liegen Ergebnisse mit Alhydex vor. Die graphische Darstellung Nr. 8 zeigt wiederum zwei Kur - venverläufe A und B (s.S. 51). Die stärkere Streuung der Einzelwerte bei B entspricht denen bei der UV - Bestrahlung. Im Kurvenverlauf A wird nach 4 min eine maximale PFU - Reduzierung erreicht. Da die Kurve im weiteren Verlauf wieder ansteigt, scheint damit die unter den gegebenen Bedingungen (s.S. 37) maximale Inaktivierungsrate bei 99,89 % zu liegen. Die Ab - bildung Nr. 9 erläutert die Geschwindigkeit des Wir - kungseintritts in Abhängigkeit vom angewandten Ver - fahren. Die Anwendung von Glutaraldehyd in Form von Alhydex zu Zwecken der Feindesinfektion war ein Ver - such. Firmenseitig war das Mittel nur für die In - strumentendesinfektion (und Sterilisation) empfoh - len worden. Für die kurzzeitige Dekontamination der zahnärztlichen Turbinenoberfläche erwies sich Alhydex im Laufe der Versuche nur als bedingt brauchbar. Es ließ sich ohne Mühe durch Ansprühen ein geschlosse - ner Flüssigkeitsfilm herstellen, aber es erfolgte kei - ne rückstandsfreie Verdunstung. An der Turbinenober -

fläche blieb ein klebriger Film zurück. Wenn man davon ausgeht, daß nach erfolgter Dekontamination die Turbine ohne Nachreinigung wieder benutzt wird, kommen diese Desinfektionsmittelreste direkt mit der Haut in Berührung. Die Konzentration von Glutaraldehyd ist im eingetrockneten Restfilm sicher höher als in der ursprünglichen Lösung. Daher sind besonders bei langdauerndem Kontakt mit der benetzten Oberfläche (prothetische oder konservierende Präparationen) Hautschäden zu erwarten (siehe auch Warnung im Firmenprospekt). Ferner läßt sich das Eindringen vom Desinfektionsmittel durch den Lagerspalt des Turbinenkopfes auf die Lageroberflächen und in die Spray-öffnungen nicht sicher vermeiden. Damit besteht die Gefahr einer Schädigung der Sprayöffnungen und der Lageroberflächen durch Zersetzung des Schmiermittels, Verklebung oder Korrosion. Dem wäre nur durch Lösen des Aggregates vom Versorgungsschlauch und erneutem Durchsprühen mit der Wartungslösung vorzubeugen. Somit wäre aber die Forderung nach einer kurzzeitigen, problemlosen Dekontamination der Turbinen nicht mehr erfüllt. Nach Gebrauch muß aber der Turbinenkopf als besonders kontaminiert angesehen werden, womit eine gründliche Reinigung gerade des empfindlichsten Teils zu fordern ist.

4. Schlußfolgerungen

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen bieten sich für die Inaktivierung der an der Turbinenoberfläche befindlichen Keime zwei Verfahren an: das UV - Licht und 2 %iger Glutaraldehyd. Bei abwägender Beurteilung beider Verfahren in Bezug auf Zeitaufwand, Sicherheit und Materialschädigung durch Korrosion scheint die Methode der Bestrahlung mit UV - Licht für die Belange der freien Praxis eher geeignet zu sein. Folgendes Vorgehen wird empfohlen: Das Turbinenhandstück wird nach Behandlungsende mit einem flüssigkeitsgetränkten Läppchen 30 sec lang intensiv abgewischt. Statt Alkohol sollte besser eine frisch bereitete 3 %ige H_2O_2 - Lösung verwendet werden, wie sie in jeder Praxis vorhanden ist. Dann wird das Aggregat am Versorgungsschlauch hängend in eine UV - Bestrahlungskammer (Strahleranordnung s.S.36) eingehängt und bis zum nächsten Gebrauch bestrahlt. Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen zeigt, daß bei Verwendung der Type All Air unter diesen Bedingungen im Keimträgerversuch eine Reduzierung der PFU (etwa gleichzusetzen mit der Zahl der inaktivierten Keime) um 99,6 % nach 30 sec erreichbar ist.

Bei Verwendung von Alhydex wird das Turbinenhandstück nach Gebrauch mit der unverdünnten Lösung angesprüht, die dann mindestens 4 min einwirken muß. Anschließend muß das Aggregat feucht abgewischt werden, da bei diesem Mittel keine rückstandsfreie Verdunstung gewährleistet ist.
In der vorliegenden Arbeit wurden die Keimträgerversuche mit Alhydex ohne Vorreinigung der kontaminierten Turbinen durchgeführt, da sich entsprechend dem Gutachten von Schmidt (78,79) der Eiweißfehler bei Alhydex - Konzentration oberhalb von 0,5 % nicht mehr

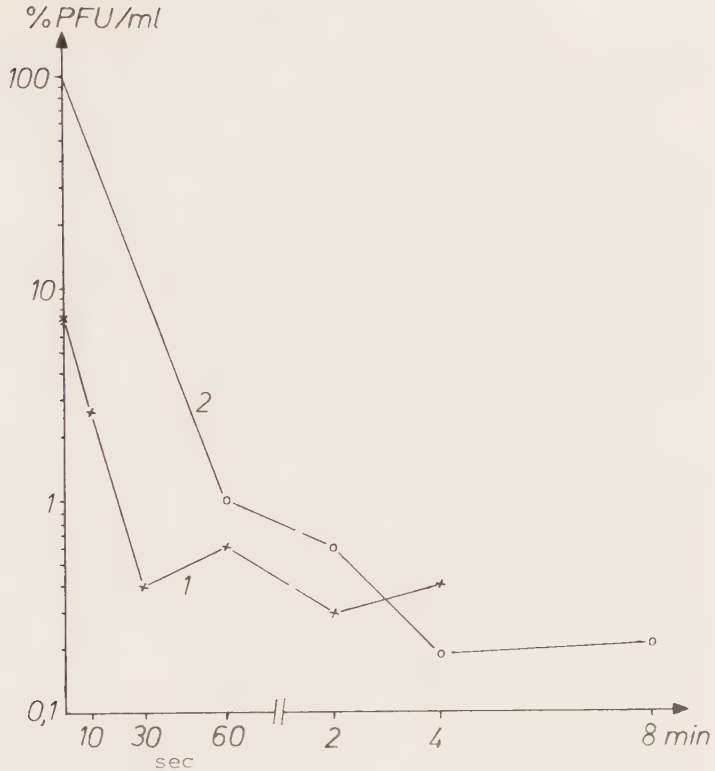

Abb. 9
Vergleich der Dosiseffektkurven aus den Keimträger - versuchen mit UV - Licht (1) und Glutaraldehyd (2) an All Air Turbinen.
1. UV - Wert nach Vorreinigung; unbehandelte Turbine = 100 %.

auswirkt. Alhydex erreicht die UV - Wirkung unter den oben genannten Bedingungen zwar erst nach 2 min 40 sec. Die Inaktivierungswirkung steigt mit zunehmender Zeit geringfügig an und liegt nach 4 min bei 99,8 % PFU - Reduzierung. Eine durch mechanische Vorreinigung be - dingte Keimzahlreduzierung könnte die Inaktivierungs - quote noch erhöhen. Der Hersteller weist außerdem da - rauf hin, daß bei Verwendung von Alhydex eine elektro- mechanische Korrosion auftreten kann, wenn verschie -

dene, sich berührende Metalle mit der Lösung in Kon - takt kommen.

Im Gegensatz zu den Ausführungen von Sperling (84) sollten für die Begriffe "Desinfektion" und "Steri - lisation" bei der Benutzung des UV - Lichtes nicht verwendet werden. Die dafür erstellten Kriterien (83, 72) werden nur in seltenen Fällen und beim Vorliegen günstiger Umstände (glatte Oberfläche, Vorreinigung, Transluzenz) erfüllt. Obwohl Alhydex die Bedingungen als Instrumentendesinfektionsmittel gemäß den Richt - linien für die Prüfung chemischer Desinfektionsmit - tel der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikro - biologie erfüllt, kann im Rahmen der oben beschriebe - nen Anwendung auch nicht von einer Desinfektion ge - sprochen werden, da nicht alle Keime erreicht werden. Hier, wie beim UV - Licht treffen nur die Begriffe partielle "Keiminaktivierung" oder "Keimabtötung" zu. Man kann also nur eine Reduktion der vorhandenen, mög - licherweise pathogenen Keime erzielen.

Folgende grundsätzliche Steigerung der Keimzahlredu - zierung wäre unabhängig von beiden Verfahren möglich: Die auf Seite 65 beschriebenen Oberflächenrauhigkei - ten behindern eine effektive Vorreinigung und beein - trächtigen die inaktivierende Wirkung von Glutaral - dehyd oder UV - Licht. Durch eine konstruktive Ände - rung der Turbinenoberfläche, z. B. durch Einführung glatter Handformschlifflächen oder kantiger Schäfte, wäre dieses Problem in hohem Maße zu reduzieren. Durch intensive Zusammenarbeit von Seiten des Hygienikers und des Zahnarztes mit der Dentalindustrie müßte es möglich sein, den Einfluß hygienischer Aspekte auf die Gestaltung von Turbinenhandstücken (natürlich auch der Hand - und Winkelstücke) zu vergrößern.

Als positives Beispiel ist in diesem Zusammenhang auf die Neugestaltung des Hochtouren - Micromotorenansat - zes, Typ Concorde, der Firma Micro - Mega Ag hinzu - weisen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Bedeu - tung einer umfassenden Außenflächenentkeimung der zahnärztlichen Turbine im Hinblick auf die Kontami - nation mit Viren aufzuzeigen und Verfahren aufzu - zeigen, die sich mit vertretbarem zeitlichem und fi - nanziellem Aufwand in der freien Praxis realisieren lassen.
Die hier vorgestellten Methoden können nur für die üblichen Belange der konservierenden und prothetischen Behandlung als ausreichend angesehen werden. Die Pro - blematik der Desinfektion (im Sinne der Definition) von Turbinen liegt vor allem in den gegenwärtig ge - gebenen Konstruktionen, die ohne eine Mindestanzahl von Öffnungen, Schliffflächen und Spalten nicht aus- kommen. Ohne weitergehende Zerlegung und Trennung vom Versorgungsschlauch oder von der Unit sind diese Aggre - gate mit einer schonenden Oberflächenbehandlung nicht zu "desinfizieren", wobei die erforderliche Zeit eine untergeordnete Rolle spielt.

In diesem Zusammenhang sei auch auf die Ausführungen von Berger (8) hingewiesen, der die Forderung nach permanent sterilen Hand - und Winkelstücken im Hin - blick auf die Verhältnisse der freien Praxis für un - realistisch hält.

Für chirurgische und spezielle konservierende Ein - griffe gilt auch für empfindliche Geräte (z.B. Tur - binen) nach wie vor das Gebot der Sterilisation.
Zur Zeit wird als Mittel der Wahl die Sterilisation der gereinigten und verpackten Instrumente mit Äthy - lenoxid angesehen (49,29,47).

Bei Verdacht auf Tuberkulose oder Erkrankung an Virushepatitis A oder B oder beim Vorliegen anderer, schwerwiegender, auf den Menschen übertragbarer Infektionskrankheiten (siehe Bundesseuchengesetz) ist die Turbine einer ordnungsgemäßen Desinfektion bzw. Sterilisation mit Mitteln oder Verfahren zu unterziehen, die in der entsprechenden Liste des Bundesgesundheitsamtes genannt sind. Dabei müssen der Zeitaufwand, eine eventuelle Materialschädigung und entstehende Kosten in Kauf genommen werden (juristische Betrachtungen zum Problem der Haftung des Zahnarztes bei wissentlicher Gefährdung des Patienten siehe Crott (17)).

F. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden Möglichkeiten zur Inaktivierung von Viren im Hinblick auf die Ein - schränkung der möglichen Verbreitung der Virus - Hepa - titis A und B über speichelbenetzte zahnärztliche Tur - binenoberflächen untersucht. Als Virusmaterial für die Untersuchungen diente käuflicher Impfstoff Polio Typ I - LSc, 2 ab. Zum Nachweis der Virusinaktivierung wurde der zytopathogene Effekt der Viren an H.Ep. - 2 Monolayer - Zellkulturen benutzt. Es wurden folgende Ergebnisse erzielt:

1) Suspensionsversuche mit 1 %igen Lösungen von Natrium - perborat, Natriummetaborat, Natriumtetraborat und Ka - liumperchlorat zeigten nach 10 min Einwirkungszeit keine inaktivierende Wirkung auf Polio - Viren.
2) 70 %iger Isopropylalkohol bewirkte nach 10 min Ein - wirkung auf Polio - Viren im Suspensionsversuch kei - ne Reduzierung der PFU.
3) Die Spraydesinfektionsmittel Incidin, Sagromed, Derfla, Santiro und Micro Mega E, die zum Teil direkt für die Desinfektion zahnärztlicher Luftturbinen empfohlen werden, zeigten im Suspensionsversuch nach 10 min Einwirkung keine signifikante Reduzierung der PFU - Werte.
4) Suspensionsversuche mit 3 %igem H_2O_2 und 1 %igem Formaldehyd ergaben nach 10 min Einwirkungszeit eine PFU - Reduzierung um 67,7 % bzw. 96 %.
5) Im Suspensionsversuch inaktivierte 2 %iger Glutar - aldehyd Polio Typ I innerhalb von 8 min zu 99,98 %. Ein UV - Entkeimungsstrahler Typ HNS10W erreichte bei 50 cm Abstand nach 70 sec eine Reduzierung der PFU - Werte um 99,8 %.
6) Im Keimträgerversuch bewirkte 2 %iger Glutaraldehyd ohne Vorreinigung der Turbinenoberfläche nach 4 min

eine Verringerung der Plaqueanzahl um maximal 99,89 % gegenüber der unbehandelten Kontrolle.

7) Die Keimträgerversuche mit UV - Licht ergaben nach Vorreinigung mit 70 %igem Isopropylalkohol und Be - strahlung durch 3 Strahler aus einem mittleren Ab - stand von 1,5 cm nach 30 sec eine maximale Redu - zierung der PFU um 99,7 %.

Nach abwägender Gegenüberstellung der jeweiligen praktischen Durchführungskriterien sowie der Aspekte der Materialschonung und Korrosionsgefahr kann das Verfahren der UV - Bestrahlung für die normalen Be - lange der konservierenden und prothetischen Behand - lung als Möglichkeit der viruserfassenden Kurzzeit - dekontamination empfohlen werden. Auf die nicht er - reichbare Wirkung einer "Desinfektion" im Sinne der Definition wird hingewiesen.

G. Literaturverzeichnis

1. Abbott, J.
Are there methods of sterilization to destroy hepatitis B virus ?
J. Amer. dent. Ass. 229, 579 (1974)

2. Arnold, W.H.
Gedanken eines Praktikers zum Turbinengerät
Dtsch. zahnärztl. Z. 16, 834 (1961)

3. Bauer, E., K. Portele,
Infektionsgefahr und Schutzmaßnahmen bei Präparation mit Turbinengeräten
Zahnärztl. Prax. 17, 91 (1966)

4. Bauer, E., H. Langer, K. Portele,
Turbine und Keimstreuung
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1183 (1967)

5. Berger, U.
Ausgewählte Kapitel der Desinfektion und Sterilisation
Dtsch. Zahnärztebl. 14, 389 (1960)

6. Berger, U., K. Hummel,
Einführung in die Mikrobiologie und Immunologie unter besonderer Berücksichtigung der Mundhöhle
Urban & Schwarzenberg 1964

7. Berger, U.
Allgemeine und spezielle Fragen der Desinfektion und Sterilisation in der zahnärztlichen Praxis
Dtsch. Zahnärztebl. 23, 524 (1969)

8. Berger, U., D. Dummler,
Zur Sterilisation der Hand- und Winkelstücke
Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 1304 (1958)

9. Brázda, O.
Beitrag zur Frage der Übertragung der Virus - hepatitis bei ärztlicher und zahnärztlicher Be - handlung
Dtsch. Stomat. 16, 196 (1966)

10. Brodersen, M., S. Stegmann, K.-H. Klein, et al.
Salivary HBAg detected by radioimmunoassay
The Lancet 13, 675 (1974)

11. Brodersen, M., S. Stegmann,
Radioimmunologischer Au / Sh - Antigennachweis (HBAg) im Mundspeichel bei verschiedenen Leber - erkrankungen
Verh. dtsch. Ges. inn. Med. 80, 465 (1974)

12. Bücklers, L.
Desinfektionsmaßnahmen in der zahnärztlichen Praxis
Quintessenz 10, Ref. 5517 (1976)

13. Bundesgesundheitsamt
Hepatits infectiosa
Merkblatt Nr. 21, Mai 1973
D.Ä.V.

14. Čechova, L., E. Ladegast, H. Prickler,
Antimikrobielles Regime in der Stomatologie
Handbuch der Desinfektion und Sterilisation
B. III, 1974, Verlag VEB Volk und Gesundheit

15. Charbeneau, G. T., G. C. Berry,
A simple and effective autoclave method of hand - piece and instrument sterilisation without corro - sion
J. Amer. dent. Ass. 59, 732 (1959)

16. Christ, N.R., C. Ross, E. Bell, E. Stott,
Diagnostische Methoden in der klinischen Virologie
Thieme, Stuttgart 1969

17. Crott, K.
Untersuchungen zur Hygiene der zahnärztlichen Turbine
Med. Diss. Düsseldorf 1968

18. Deinhardt, F.
Virologie der Hepatitis
Vortrag zur 82. Tagung der Deutschen Gesell - schaft für Innere Medizin in Wiesbaden 26.4. 1976

19. Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobio - logie
Richtlinien für die Prüfung chemischer Desin - fektionsmittel
3. Auflage 1972

20. Drum, W.
Entkeimung von Abdrücken, prothetischen Arbei - ten und Turbinenköpfen mit UV - Strahlen
Quintessenz Mai 1970, Ref. Nr. 4112

21. Druskeit, W.
Geräte und Instrumentendesinfektion in der zahn - ärztlichen Praxis
Zahnärztl. Welt / Reform 22, 986 (1970)

22. Düringer, E.
Die Sterilisation von Hand- und Winkelstücken
Zahnärztl. Welt 5, 264 (1950)

23. Eagle, H.
Amino acid metabolism in mammalian cell cultures
Science, 130, 432 (1959)

24. Einfeldt, H.
Ein volksgesundheitliches Problem und eine spezi - fische Gefahr für den Zahnarzt: Hepatitis
Zahnärztl. Mitt. 11, 541 (1976)

25. Engelhardt, J.P.
Experimentelle Untersuchungen über die Desin - fektion im zahnärztlichen Bereich
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1175 (1967)

26. Engelhardt, J.P.
Untersuchungen zur Frage hygienischer Maßnahmen im Rahmen der zahnärztlichen Tätigkeit
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1497 (1967)

27. Engelhardt, J.P.
Sterilisation und Desinfektion in der zahn - ärztlichen Praxis
Zahnärztl. Prax. 20, 28 (1969)

28. Fjelde, A.
Human tumor cells in tissue culture
Cancer 8, 845 (1955)

29. Fuhr, K.
Klinische und experimentelle Untersuchungen zur Desinfektion und Sterilisation
Dtsch. Zahnärztl. Z. 22, 1196 (1967)

30. Galster, D., P. Riethe,
Über die Infektionsmöglichkeiten bei Anwendung von luftgetriebenen Schnellstlaufgeräten
Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 1102 (1963)

31. Grün, L.
Zur antibakteriellen Wirkung von Organozinnverbindungen
Ges. wesen u. Desinfektion 6, 81 (1966)

32. Grün, L.
Probleme der Desinfektion im zahnärztlichen Bereich
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1169 (1967)

33. Grün, L.
Desinfektion medizinischer Spezialgeräte
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. 156, 129 (1972)

34. Sterilisation und Desinfektion in der zahnärztlichen Praxis
Zahnärztl. Welt / Reform 21, 750 (1966)

35. Hallmann, Burkhardt
Klinische Mikrobiologie
Thieme, Stuttgart 1974

36. Hameister, W.
Äthylenoxid
Bundesges. blatt 18, 253 (1975)

37. Harnisch, H.
Zur Verbesserung der Hygiene im zahnärztlichen Sprechzimmer
Zahnärztl. Prax. 1, 1 (1965)

38. Heathcote, J., C.H. Cameron, D.S. Dane,
Hepatitis - B antigen in saliva and semen
The Lancet 19, 71 (1974)

39. Hesselgren, S.G., G. Frostell,
Om Smittrening av Hand - och Vinkelstycken
Svensk. Tandläk. - T. 55, 211 (1962)

40. Holtkamp, B.
Versuche mit Spraydesinfektionsmitteln bei Turbinen und Mikromotoransätzen
Med. Diss. Mainz 1971

41. Holtkamp. B., C. Pothmann,
Zur Frage der Desinfektion von Hand- und Winkelstücken mit Desinfektionsspray
Zahnärztl. Welt / Reform 81, 955 (1972)

42. Horst,H., I. Tripatzis, I. Konstantinidis,
Australia - Antigen: Wirkung chemischer und

physikalischer Maßnahmen auf die Antigenität
Zbl. [illegible] Hyg., I. Abt. Orig. A 219, 1 - 6
(1972)

43. Kaltenbach & Voigt
Bedienungsanleitung für Borden Airotor Nr. 652
November 1961

44. Kewitsch, A., Frankova, V.
Virusdesinfektion
Handbuch der Desinfektion und Sterilisation
B. III 1974
Verlag VEB Volk und Gesundheit

45. Kimmel, K.
Die Hygiene in der zahnärztlichen Praxis
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 1028 (1968)

46. Kirchhoff, H.
Wirkungsmechanismen chemischer Desinfektionsmittel
Ges. wesen u. Desinfektion 8, 125 (1974)

47. Kluczka, J., R. Gewalt,
Zur Frage der Sterilisation von Hand- und Win - kelstücken unter besonderer Berücksichtigung der Turbinenwinkelstücke mittels des Sterivit - Verfahrens
Zahnärztl. Welt / Reform 62, 610 (1961)

48. Kraus, E.
Die Desinfektion in der Zahn -, Mund - und Kieferheilkunde
Zahnärztl. Prax. 20, 173 (1969)

49. Lammers, T.
Neue Desinfektions - und Sterilisationsverfahren
Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 256 (1962)

50. Lammers, T.
Hygiene, Desinfektion und Sterilisation in der zahnärztlichen Praxis
Zahnärztl. Welt / Reform 79, 984 (1970)

51. Landeck, A.
Untersuchung über die Schädigung und das Reparaturvermögen von H.Ep.2 - Zellen nach UV - und Röntgen - Bestrahlung
Diss. FUB Berlin 1972

52. Larato, D.C.
Sterilisation of the high speed dental handpiece
Dent. Dig. 72, 107 (1966)

53. Lehmann, B.
Untersuchungen über Reparaturmechanismen in UV - geschädigten H.Ep.2 - Zellen und Maus L - Zellen
Diss. FUB Berlin 1974

54. Lenk, V., Eichner, K.
Experimentelle Untersuchungen zur Hygiene bei hoch - und höchsttourigem Bohren und Schleifen
Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 118 (1963)

55. Marcy, G.
Probleme der biologischen Testung von Gas - sterilisatoren
Ges. wesen u. Desinfektion 11,169 (1974)

56. Mayer, A.
Die Bedeutung experimenteller und klinischer Untersuchungen über die hohen und höchsten Drehzahlen
Dtsch. zahnärztl. Z. 19, 520 (1964)

57. Mayer, A.
Beurteilung der Turbine aufgrund von praktischen

Verfahren
Zahnärztl. Mitt. 47, 344 (1959)

58. Meyer, H.
Turbine und Hygiene
Zahnärzt. Mitt. 47, 593 (1959)

59. Meyer, K.H., W. Arnold
Klinische Bedeutung des Hepatits B - Antigens
Immun. u. Infektion 3, 188 (1975)

60. Micro Mega Ag
Persönliche Mitteilungen

61. Mücke, H., M. Sprössig,
Über die antimikrobielle Wirkung der Peressig - säure
(Untersuchungen zur fungiziden Wirkung)
Pharmazie 22, 518 (1967)

62. Mücke, H., M. Sprössig
Über die antimikrobielle Wirkung der Peressig - säure
2. Mitteilung
Pharmazie 22, 444 (1967)

63. Mücke, H.,M. Sprössig
Untersuchungen zur bakteriziden und sporiziden Wirkung der Peressigsäure
Pharmazie 22, 146 (1967)

64. Müller, R.
Natur, Eigenschaften, Vorkommen und Nachweis des Hepatitis B - Antigens
Immun. u. Infektion 4, 149 (1975)

65. Münch, F.C.
Sterilisation - Desinfektion - Hygiene
Dtsch. zahnärztl. Z. 8, 1265 (1953)

66. Neugeboren, N. R. Nisengard, E. Beutner, G. Ferguson,
Control of cross-contamination
J. Amer. dent. Ass. 85, 123 (1972)

67. Osram GmbH
Entkeimungs- und Ozonstrahler
Liste E 8 / 1976

68. Ott, A.
Die Desinfektion und Sterilisation des zahn - ärztlichen Instrumentariums
Dtsch. zahnärztl. Z. 12, 148 (1957)

69. Petzold, K.,U. Reuss,
Prüfung des Desinfektionsmittels Incidin am Virus der atypischen Geflügelpest (Newcastle disease)
Ges. wesen u. Desinfektion 7 , 106 (1966)

70. Pfeiffer, H.
Grundlagen der Entseuchung in der zahnärztlichen Praxis
Zahnärztl. Welt / Reform 21, 747 (1966)

71. Rausendorff, P.
Physikalische und bakteriologische Untersuchungen zur Frage der Sterilisation von zahnärztlichen Instrumenten (Hand- und Winkelstücke) mit Äthy - lenoxid
Med. Diss. FUB Berlin 1965

72. Reber, H.
Desinfektion: Begriff und Definition
Ges. wesen und Desinfektion 3 , 41 (1971)

73. Reisch, I.
Zur Beurteilung einfacher Verfahren der Desin - fektion und Sterilisation von zahnärztlichen

Hand- und Winkelstücken
Med. Diss. Humboldt - Univ. 1969

74. Sauerwein, E.
Desinfektion und Sterilisation in der zahnärztlichen Praxis
Dtsch. zahnärztl. Z. 5, 281 (1950)

75. Seidner, S.
Über Asepsis in der zahnärztlichen Ordination
Zahnärztl. Prax. 20, 97 (1969)

76. Schmidt, B. und K. Großgebauer
Die Prüfung chemischer Desinfektionsmittel auf Viruzidie
Ges. wesen u. Desinfektion 3,33 (1963)

77. Schmidt, B.
Fachärztliches Gutachten über die Eignung von "Sagromed - Spray" zur Flächendesinfektion.
vom 13. 11. 1972

78. Schmidt, B.
Fachärztliches Gutachten über die Brauchbarkeit des Präparates "Alhydex" zur Desinfektion ärztlicher Instrumente
[illegible]

79. Schmidt, B.
Fachärztliches Gutachten über die Brauchbarkeit des Präparates "Alhydex (Cidex)" sterilisierende Lösung zur Desinfektion ärztlicher Instrumen-
te
(Ergänzungsgutachten vom 8. 11. 1973)

[illegible]. Schob, K.
Zur Problematik der Raumluftverseuchung unter spezieller Berücksichtigung der Tröpfcheninfektion in der zahnärztlichen Sprechstunde
Dtsch. Stomat. 17, 382 (1967)

81. Schülke & Mayr
Mitteilungen aus den Bereichen Forschung und Entwicklung (H. Ehlers 1976)

82. Schülke & Mayr
Desinfektion heute in der zahnärztlichen Praxis
Werksausgabe 1972

83. Schülke & Mayr
Hygiene im Krankenhaus
Ausgabe Mai 1976

84. Sperling, Kh.
Sind UV - Strahlen zur Entkeimung zahnärztlicher Instrumente geeignet ?
Med. Diss. Bonn 1961

85. Starke, G. und P. Hlinak
Grundriß der allgemeinen Virologie
Thieme, Stuttgart 1974

86. Struppe, H.F.
Zum Einfluß von Schutzstoffen auf die Äthylen - oxid - Sterilisation
Ges. wesen u. Desinfektion 4, 49 (1970)

87. Tschamer, H.
Überblick über die Gefahren einer gesundheit - lichen Schädigung des Zahnarztes durch seinen Beruf unter besonderer Berücksichtigung der In - fektionsgefährdung bei der Verwendung hoch - und höchsttouriger Bohrmaschinen
Dtsch. zahnärztl. Z. 16, 1233 (1961)

88. Villarejos, V., P.H. Kirsten, A. Visoná et al.
Role of saliva and feces in the transmission of type B hepatitis
New. Engl. J. Med. 26, 1375 (1974)

88. Ward, R., A. Wright, P. Borchert, E. Kline
Hepatitis B antigen in saliva and mouth washings
The Lancet 7, 726 (1972)

89. Wilms, K.
Untersuchungen zur Resistenz von Ps. pyocyanea gegen chemische und physikalische Desinfektion im Hinblick auf die Dekontamination der zahn - ärztlichen Turbine
Med. Diss. Bonn 1970

DANKSAGUNG

Herrn Professor Dr. Dieter Hartmann möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas sowie für die großzügige Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit meinen verbindlichsten Dank sagen.

Für die Unterstützung bei der Haltung der Zellkulturen möchte ich Frau Christa Aichele sowie Fräulein Dorothea Kittlaus und Frau Rosemarie Kluge meinen Dank aussprechen.

Der Firma Kaltenbach & Voigt danke ich für die freundliche Überlassung von Turbinen zu Versuchszwecken.

Für die Bereitstellung des Virusmaterials danke ich der Firma Behringwerke Ag Marburg.

L e b e n s l a u f

Am 17.7.47 wurde ich, Klaus Heinz Redlich, als Sohn des Studienrats Heinz Redlich und seiner Ehefrau Gisela Redlich, geb. Bock, in Berlin geboren. Vom April 1954 bis zum April 1960 besuchte ich die 19. Grundschule in Berlin - Neukölln. Im April 1960 trat ich dann in die Ernst - Abbe - Oberschule (Gymnasium) ein, wo ich am 10. Februar 1967 das Abitur bestand.

Nach der Ablehnung der Studienbewerbung zum Sommersemester 1967 fand ich vom 1.4. - 30.9.1967 Aufnahme als Praktikant in der Praxis Dr. Werner in Berlin - Neukölln.

Im Wintersemester 1967 begann ich dann das Studium der Zahnmedizin an der Freien Universität Berlin, wo ich am 1.2.1973 das Staatsexamen bestand.

Meine Assistententätigkeit begann ich am 1.3.1973 in der Praxis Zahnarzt Kempfer in Berlin - Kreuzberg und führte sie dort bis zum 31.1.1975 fort. Vom 3.2.1975 bis zum 31.1.1976 war ich in der Praxis Dr. Schosland in Berlin - Moabit als Assistent angestellt; von dort wechselte ich am 1.3.1976 zur Praxis Dr. Petrasch in Berlin - Kreuzberg.

Seit Oktober 1975 bin ich Doktorand am Institut für Hygiene (WE 04 - Präventivmedizin - Fachbereich 1) der Freien Universität Berlin.